5/9

Audio-Hifi: surround sound systemen

Inhoud

Vego's bestelservice voor oude hoofdstukken

Alle hoofdstukken uit dit naslagwerk kunt u afzonderlijk bestellen. Ga hiervoor naar onze internetsite www.hobbyelektronica.nu en klik de menu-optie "Bestellen hoofdstukken" aan.

5/9.1

Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic

Inleiding

Het ontstaan

Toen eind jaren vijftig de productie van breedbeeld films stormachtig toenam, bleek in de praktijk dat het gebruikte audiosysteem, gewone stereo, niet zo geschikt was voor breedbeeld. De twee geluidsweergevers, links en rechts opgesteld van het witte doek, stonden te ver van elkaar om een sluitend geluidsbeeld te produceren. In het midden van het filmdoek ontstond een "geluidsgat", dat met de bestaande technieken niet opgevuld kon worden. Acteurs die in het midden van het doek stonden spraken letterlijk in dit "geluidsgat", hetgeen een heel onnatuurlijk effect tot gevolg had. Diverse fabrikanten zijn in dit "gat" gesprongen en hebben, al dan niet in samenwerking met filmproductie maatschappijen, geluidssystemen ontwikkeld die gebruik maakten van meer dan twee kanalen. Toppunt van technisch vernuft was het "Cinerama"-systeem, waarbij zeven verschillende geluidskanalen werden ingeschakeld!

Standaardisatie ontbrak

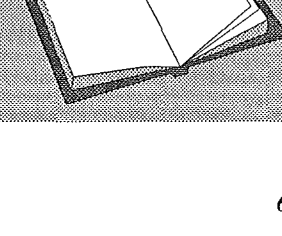
Toch hebben al deze systemen het niet overleefd. Zij hadden namelijk allemaal één groot nadeel. Zij waren niet compatibel met de gebruikelijke manier van het registreren van geluid via twee optische geluidssporen op de filmstrook. Hetgeen voor bioscoopexploitanten grote investeringen in nieuwe projectoren voor al die systemen tot gevolg had. Het zal duidelijk zijn dat niemand daar erg veel voor voelde, zodat alleen een paar zalen, gespecialiseerd in speciale effectfilms, zich op deze markt kon handhaven. Wat noodzakelijk was, was een systeem dat meerkanaals geluid produceerde, maar toch gebruik bleef maken van de twee optische geluidssporen op een standaard film.

Dolby Surround Sound

Het Amerikaanse bedrijf Dolby, gespecialiseerd in professionele geluidsoplossingen en wereldberoemd geworden door het gelijknamige internationaal geaccepteerde ruisreductie systeem, kwam in de loop van 1975 met een geluidssysteem met vier afzonderlijke geluidskanalen, dat toch op de gebruikelijke optische tweespoor manier op een film geregistreerd

LEES OOK:

Hoofdstuk 5/5.10
Hoofdstuk 6/6.5
Hoofdstuk 6/6.8.1



kon worden. Dit systeem werd "Dolby Surround Sound" genoemd en er werd onmiddellijk een internationaal geregistreerd logo voor ontworpen. Dit logo, voorgesteld in figuur 5/9.1-1, is inmiddels wereldberoemd geworden.

Figuur 5/9.1-1: Het gestandaardiseerde logo voor Dolby Surround Sound, zoals het tegenwoordig bij de aftiteling van bijna iedere film te zien is.

Het systeem werd voor het eerst toegepast bij de zeer succesvolle en spraakmakende film "Star Wars" van George Lucas. Het indrukwekkende driedimensionele ruimtelijke geluid bij deze "special effect"-film bracht het publiek in vervoering. Misschien wel dank zij het succes van deze film, begon Dolby Surround Sound aan een niet te stuiten opmars. Het systeem is inmiddels uitgegroeid tot de internationale standaard op het gebied van filmgeluid. Iemand met erg veel tijd heeft geturfd dat er sindsdien meer dan 6.000 speelfilms op de markt zijn gebracht met dit geluidssysteem.

Stereo-compatibel

Het grote succes van dit systeem wordt niet alleen veroorzaakt door de compatibiliteit met de bestaande optische geluidsregistrering op film. Dolby Surround Sound is daarnaast ook nog eens volledig stereo-compatibel. Dat wil zeggen dat twee geluidskanalen, die met Dolby Surround Sound gedecodeerd zijn, ook op een normale stereo-installatie afgespeeld kunnen worden. De toehoorder ervaart een normaal stereobeeld en merkt weinig van de extra informatie die in het geluid verborgen zit.

Van het witte doek naar de huiskamer

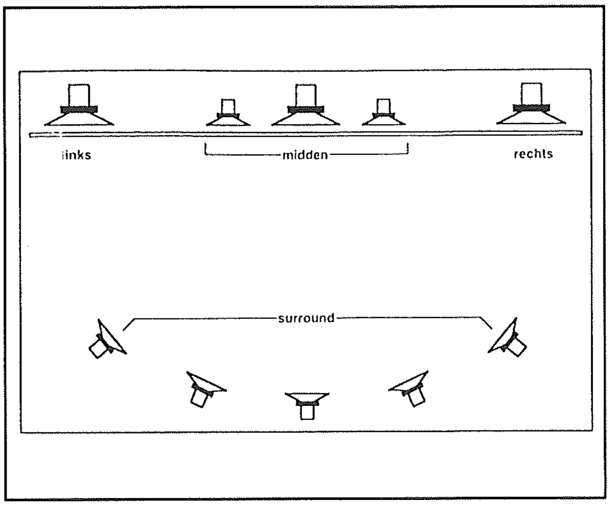
Het grote publiek was inmiddels via de bioscoop vertrouwd met het verschijnsel en zou maar wat graag de spectaculaire geluidseffecten in de woonkamer ervaren.

Nu, dat kon! Dolby Surround kan, zoals reeds geschreven, verwerkt worden in twee standaard stereokanalen. Door de ontwikkeling van stereogeluid bij TV, stereofonisch werkende videorecorders, CD-I's en Video-CD's konden de producenten van deze informatiedragers op een simpele manier de mogelijkheid Dolby Surround Sound implementeren. Dus werd het mogelijk de immens grote consumermarkt van video- en geluidsapparatuur voor het fenomeen Dolby Surround te winnen. Wil echter een systeem doordringen tot de consumentenmarkt, dan mag het niet te duur zijn. De ingewikkelde decoders die in de bioscopen werden gebruikt voor het decoderen van de twee geluidsignalen waren echter te duur. Dolby haalde hetzelfde truukje uit dat bij de massale verspreiding van haar ruisonderdrukker zo succesvol was gebleken. Naast de professionele decodeertechnologie werd een veel goedkoper systeem ontwikkeld, dat zich gemakkelijk liet integreren en daardoor heel goedkoop in consumentenapparatuur ingebouwd kon worden. Deze standaard kreeg de naam "Dolby Surround Sound Pro Logic" en er werd een nieuw symbool voor ontwikkeld, voorgesteld in figuur 5/9.1-2.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic

DOLBY SURROUND
PRO LOGIC

Figuur 5/9.1-2: Het logo van de vereenvoudigde decodeertechniek, die speciaal voor goedkoop huiskamergebruik werd ontwikkeld.



Figuur 5/9.1-3: De normale Surround-opstelling van de geluidsweergevers in een bioscoop.

Acoustische aspecten van Dolby Surround Sound

Vier kanalen

Dolby Surround Sound werkt met vier kanalen. Die moeten niet in de vier hoeken van de geluidsruimte weergegeven worden, zoals bij de oude quadrofonische systemen. Dolby Surround werkt met links (L), rechts (R), center (C) en surround (S). De normale opstelling van de weergevers voor deze vier signalen in ***een bioscoop*** is getekend in figuur 5/9.1-3.

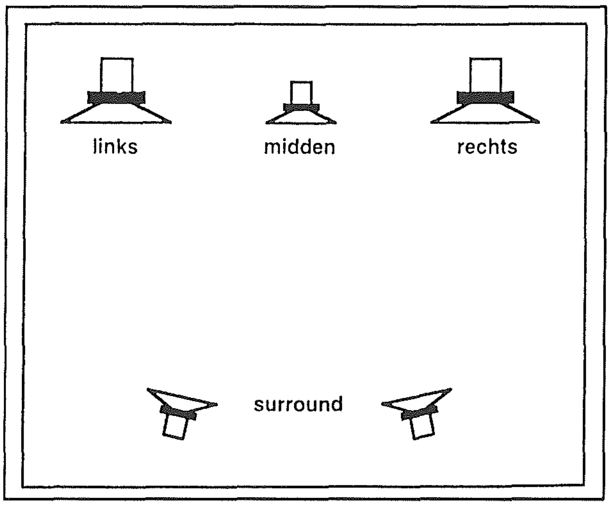
In het midden achter het witte doek staan de center-speakers, die uiteraard gestuurd worden uit het center-signaal. De linker en rechter weergevers ontvangen de normale stereo-informatie. Achter in de zaal is een groot aantal luidsprekers opgehangen, die allemaal door het surround-signaal geactiveerd worden. In tegenstelling tot wat velen denken, werkt Dolby Surround Sound dus met slechts één achterkanaal. Toch lijkt het in de bioscoop alsof het achtergeluid van alle kanten kan komen. Dit is een misinterpretatie van onze hersenen, veroorzaakt door een zeer uitgekiende balans tussen de twee R- en L-kanalen en het ene S-kanaal.

Dolby Surround Sound thuis

Fabrikanten van Pro Logic decoders willen graag dat iedereen zijn of haar huiskamer opsmukt met niet minder dan vijf luidsprekers. De aanbevolen opstelling is getekend in figuur 5/9.1-4. Het C-kanaal stuurt één luidspreker, die bijvoorbeeld onder het TV-scherm is opgesteld. De linker en rechter speakers zijn de luidsprekers van de bestaande geluidsinstallatie. Achter de toeschouwer worden dan nog eens twee extra boxen opgesteld, die allebei door het S-signaal worden gestuurd.

Men zou zich de kunnen vraag stellen of dit nu wel noodzakelijk is. In de kleine huiskamer zal immers het "gat" tussen links en rechts wel nooit optreden. De center-speaker zou in principe dus rustig weggelaten kunnen worden, zo lijkt het. Dat is echter niet het geval! Door de speciale techniek die in Pro Logic decoders wordt toegepast, "dynamische richtingscompensatie" genoemd, is het absoluut noodzakelijk dat de center-speaker in het systeem aanwezig is.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic



Figuur 5/9.1-4: De door de fabrikanten aanbevolen opstelling van de vijf luidsprekers voor Dolby Surround Pro Logic in de huiskamer.

Welke luidsprekers?
Diverse fabrikanten die van Pro Logic decoders voorziene apparaten op de markt brengen, adverteren in één moeite door met luidsprekers, die zogenaamd speciaal voor Dolby Surround Sound zijn ontworpen. Deze luidsprekers zijn zelfs vrij prijzig. De vraag kan dus gesteld worden of er speciale eisen aan de extra luidsprekers worden gesteld. Voor de center-speaker hoeft men absoluut geen hoogwaardige weergever aan te schaffen. Het geluidsvermogen dat aan deze box wordt aangeboden is, zoals later zal blijken, gemiddeld 3 dB lager dan het vermogen dat naar links en rechts gaat. Men kan dus met gerust hart hiervoor een relatief goedkope kleine Hifi-box inzetten.
De S-boxen hoeven ook al niet hoogwaardig te zijn, want het frequentiebereik van dit kanaal wordt beperkt tot 7 kHz aan de hoge kant en tot 100 Hz aan de lage kant. Echte bassen en knisperende hoge tonen zullen deze boxen dus nooit bereiken!

Het coderen van Dolby Surround Sound

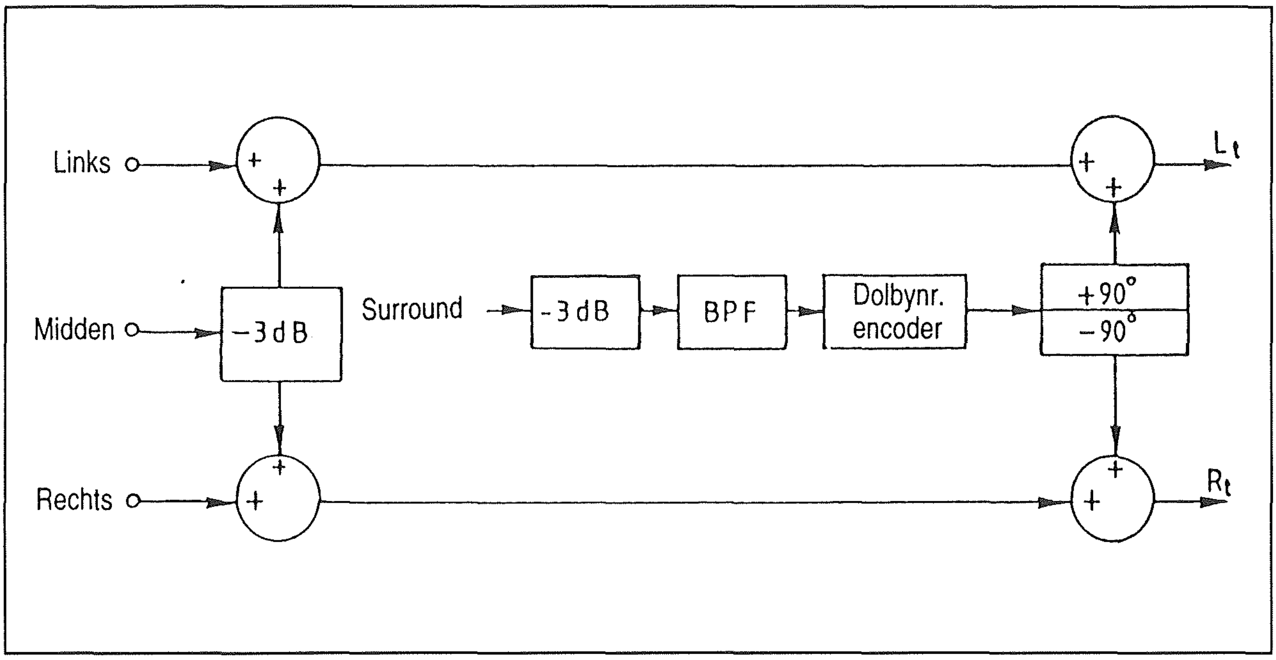
Matrix
Dolby heeft voor het coderen van de vier geluidskanalen in twee signalen gebruik gemaakt van bestaande matrix-technieken.
Het blokschema van de coder is getekend in figuur 5/9.1-5. De linker en rechter signalen gaan naar twee mengers. Daar worden beide signalen gemengd met het C-signaal (midden), waarbij dit echter eerst 3 dB verzwakt wordt. Dit wordt gedaan om het gemiddelde acoustische niveau van de twee uitgangskanalen gelijk te houden aan dit van de twee L- en R-ingangssignalen.

De S-ingang wordt eveneens gelijk verdeeld over beide uitgangen. Eerst worden er echter een aantal bewerkingen op toegepast:
- verzwakking;
- bandbreedte reductie;
- ruisonderdrukking;
- faseverschuiving.

Verzwakking
Het S-signaal gaat eerst door een lineaire verzwakker, die het signaal 3 dB verzwakt. Ook deze trap is noodzakelijk om ervoor te zorgen dat het gemiddeld signaalniveau aan de uitgang niet groter wordt dan dit van de L- en R-signalen van het originele stereosignaal.

Bandbreedte reductie
Het S-signaal wordt vervolgens door een zeer scherp afsnijdend banddoorlaat filter (BPF) gevoerd, waarvan de afsnijfrequenties vastgesteld zijn op 100 Hz en 7 kHz.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic



Figuur 5/9.1-5: Het blokschema van de coder voor Dolby Surround Sound.

Het beperken van de bandbreedte aan de lage kant dient voor het beschermen van de surround-speakers, die in de meeste gevallen veel kleiner zullen zijn dan de grote L- en R-boxen en dus geen vermogende bassen kunnen verwerken.
De begrenzing aan de hoge kant tot 7 kHz heeft te maken met de noodzakelijke ruisonderdrukking in het systeem. Bovendien zorgt deze beperking ervoor dat, als er ergens in de elektronica ongewenste faseverschuivingen tussen de signalen ontstaan, dit zo min mogelijk hoorbare gevolgen heeft. Het opvoeren van de bandbreedte aan de hoge kant zou, in het geschetste geval, tot grote signaalvervormingen kunnen lijden.

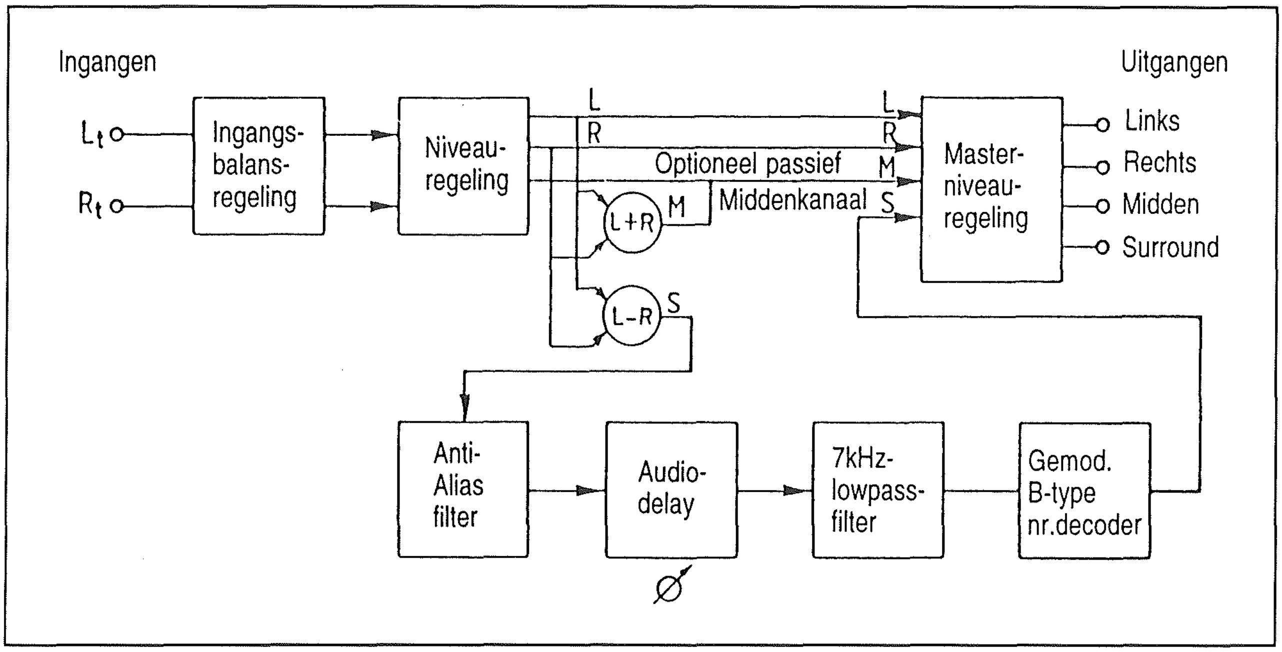
Ruisonderdrukking
Na de bandbreedte begrenzing wordt het S-signaal bewerkt door een Dolby ruisprocessor. Dit is een exemplaar dat ongeveer werkt volgens de Dolby-B standaard.

Vanwege de beperkte bandbreedte van het signaal kan deze schakeling tamelijk eenvoudig zijn.

Faseverschuiving
Tot slot wordt het bewerkte S-signaal via mengers gemengd met de twee hoofdstromen. Hierbij worden echter twee fasedraaiers ingeschakeld. Het S-signaal wordt met een fasedraaiïng van +90 ° bij het linker kanaal opgeteld en met een fasedraaiïng van -90 ° bij het rechter kanaal.

De gevolgen bij stereosystemen
Bij een normale stereo-ontvangst zouden de luidsprekers de signalen L en R te verwerken krijgen.
Bij een met Dolby Surround Sound gecodeerd signaal, gaan de signalen L_t en R_t naar de speakers. Het zal duidelijk zijn dat die signalen niet gelijk zijn aan de originele.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic



Figuur 5/9.1-6: Het blokschema van een eenvoudige matrix decoder.

Bij het weergeven van een Surround-gecodeerd signaal via een normale stereo-installatie zal de luisteraar echter weinig merken van de extra informatie. Het is duidelijk dat er geen verlies van kanaalscheiding is tussen de R- en L-signalen. Wel zal de stereobreedte iets afnemen, dit als gevolg van het mengen van het C-signaal met beide kanalen. In de meeste gevallen wordt dat echter niet als hinderlijk ervaren, zelfs integendeel! In de meeste huiskamers zijn de boxen toch veel te ver uit elkaar geplaatst. Het identieke mengsignaal in beide kanalen zorgt ervoor dat het "gat" in het geluidsbeeld, dat daardoor ontstaat, iets wordt opgevuld. Het S-signaal verschijnt in tegenfase op beide luidsprekers en zal daardoor nauwelijks invloed op het geluidsbeeld uitoefenen.
Wél kan vastgesteld worden dat kritische luisteraars de aanwezigheid van de S-informatie in het geluid heel goed kunnen waarnemen. Toch wordt dit niet als storend ervaren. Het driedimensionele ruimtelijke perspectief dat dit signaal in het Surround systeem moet aanbrengen, is uiteraard niet aanwezig.

Het decoderen van Dolby Surround Sound

Twee systemen
In de loop der jaren heeft Dolby twee soorten decoders ontworpen:
- de passieve of matrix decoders;
- de actieve of Pro Logic decoders.

De eerste soort is het eenvoudigst, maar heeft een aantal nadelen. Dank zij de hoge graad van integratie die de fabrikanten van IC's tegenwoordig kunnen bereiken, is het geen probleem meer de veel ingewikkelder actieve decoders toch op een betaalbare manier op de markt te brengen.
Het grootste deel van de elektronica is namelijk in één IC geïntegreerd.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic

Blokschema van een passieve decoder

Het blokschema van een passieve decoder is getekend in figuur 5/9.1-6. Na de normale volume- en balansregelingen worden de L_t en R_t signalen gewoon rechtstreeks doorgekoppeld naar de uitgangen L en R. Het middenkanaal C ontstaat via een eenvoudige mengtrap L+R. Dit signaal wordt dus hoorbaar als een soort monofoon opvulgeluid tussen de linker en rechter luidsprekers. Het past als het ware overal in het geluidsbeeld en kan, bij dit soort eenvoudige decoders, in feite in kleine ruimten zoals in huis net zo goed weggelaten worden. Het decoderen van het S-signaal is gecompliceerder. Eerst worden beide ingangssignalen van elkaar afgetrokken in een inverterende mengversterker L-R. Omdat het S-signaal bij de codering +/-90 ° in fase was verschoven, zal dit signaal met een heel grote amplitude uit de inverterende menger tevoorschijn komen. Dit signaal wordt vervolgens tussen 20 ms en 50 ms vertraagd door middel van een analoge vertragingslijn. Hiervoor wordt in de meeste gevallen een emmertjesgeheugen toegepast. Om storende vervormingen te voorkomen moet het signaal echter eerst door een anti-alias filter gaan. Dit zorgt ervoor dat er geen vervelende nevensignalen kunnen ontstaan in het vertragingsproces. Een emmertjesgeheugen werkt immers met een hoge klokfrequentie en zonder dit filter zouden de hogere harmonischen van het geluidssignaal gaan interfereren met de frequentie van de klok. Deze analoge vertraging is het ingewikkeldste deel van de schakeling, maar wel absoluut noodzakelijk. Deze vertraging heeft tot gevolg dat het geluid iets vertraagd aan de achterste luidsprekers wordt aangeboden. Een bepaald geluid wordt dus altijd het eerst door de frontluidsprekers uitgestraald. Door deze vertraging wordt de geluidsrichting bepaald. Die moet natuurlijk van voren komen, want daar bevindt zich uiteindelijk de bron waarvan alle geluid vandaan schijnt te komen, het filmdoek of het TV-toestel. Dank zij deze vertraging zullen ook die luisteraars, die dicht bij de achterste luidsprekers zitten, toch de indruk krijgen dat het geluid van voren komt.

Na de vertraging gaat het signaal nog eens door een laagdoorlaatfilter, waar alle door de analoge vertraging ingevoerde hogere harmonischen worden weggefilterd.

Tot slot moet het signaal natuurlijk ook nog eens gedecodeerd worden door een type-B Dolby ruisdecoder. Hier wordt het signaal weer naar het originele niveau geëxpandeerd.

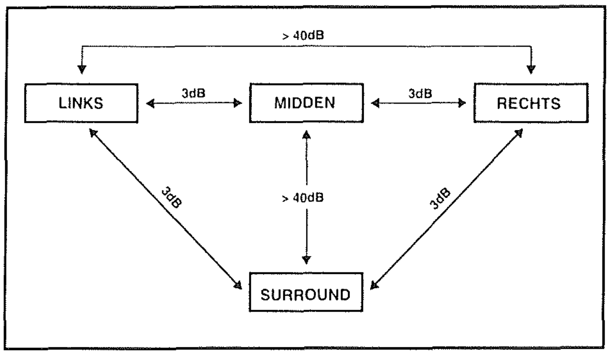
Nadelen van de matrix decoder

Het eenvoudige principe dat in matrix decoders wordt toegepast heeft tot gevolg dat het systeem nogal wat nadelen heeft. Bij iets doordenken over het blokschema van figuur 5/9.1-6 springen de volgend onvolkomendheden in het oog:

- de twee hoofdkanalen L en R bevatten niet alleen de originele linker en rechter geluidsinformatie, maar ook het C- en S-signaal;
- het S-kanaal bevat ook het verschil tussen links en rechts, dus L-R;
- het C-kanaal wordt samengevoegd uit L_t en R_t en bevat dus aanzienlijke hoeveelheden van de L- en R-signalen.

Het valt te verwachten dat al die ongewenste signaalmengingen desastreuze gevolgen hebben voor de kanaalscheiding. Dat is dan ook een van de belangrijkste nadelen van de matrix decoder! De gemiddelde kanaalscheiding is samengevat in figuur 5/9.1-7. Het zal wel duidelijk zijn dat dit geen getallen zijn waar een ware geluidsliefhebber erg vrolijk van wordt!

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic



Figuur 5/9.1-7: De matrix decoder levert een zeer slechte kanaalscheiding.

Het gevolg van deze grote overspraak tussen de kanalen is dat het lokaliseren van een geluidsbron slechts binnen een bepaald klein gebied van de luisterruimte goed mogelijk is.
Daarnaast treden vervormingen op, die een zeer storend sisgeluid in de menselijke spraak kunnen doen ontstaan.

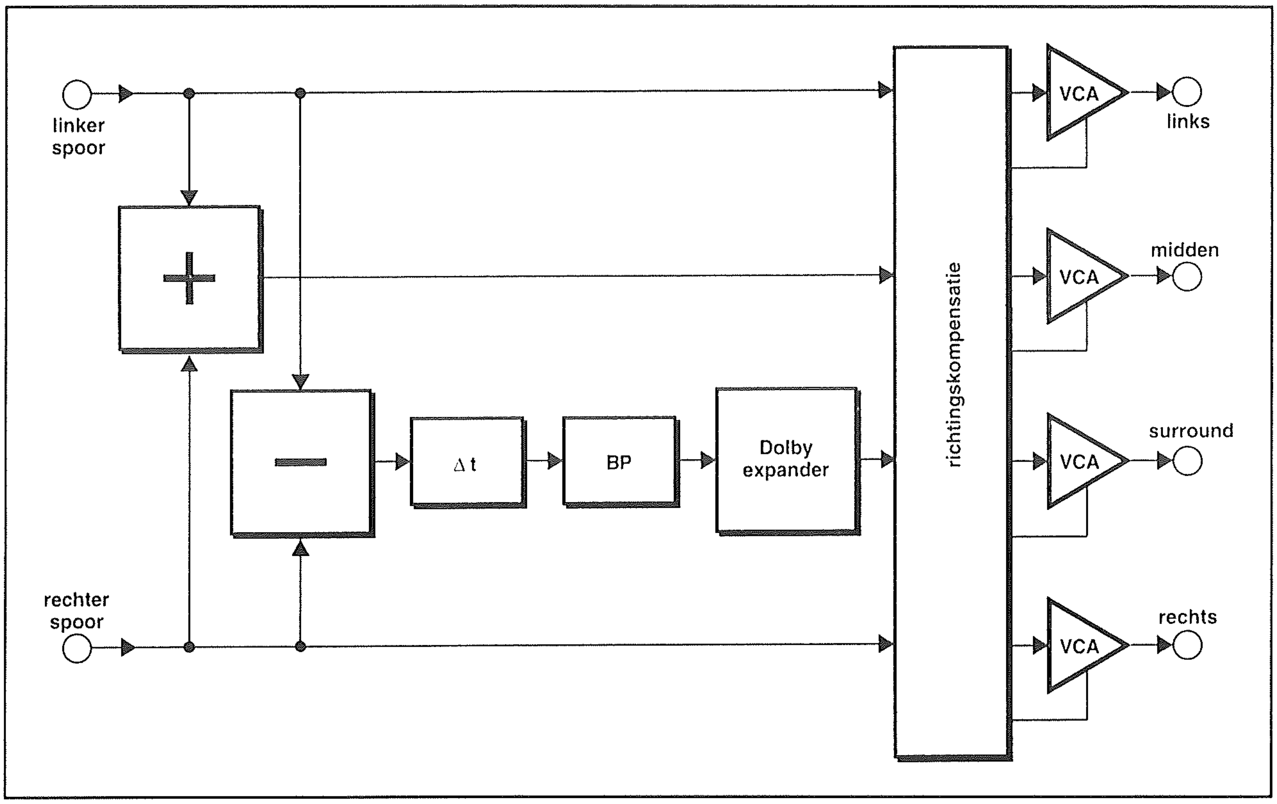
De Pro Logic decoder

In wezen is het mogelijk de beschreven nadelen van de passieve decoder op te vangen. Daar is echter veel extra elektronica voor nodig. Dank zij de moderne technologie is het mogelijk die extra schakelingen te integreren. Die uitgebreide decoderschakelingen hebben van Dolby het geregistreerde handelsmerk "Pro Logic" meegekregen. Net zoals bij het ruisonderdrukkingssysteem schermt Dolby de technologie van Pro Logic volledig af. De IC's worden in licentie vervaardigd en de fabrikanten hebben een absoluut verbod gekregen om iets over de toegepaste schakelingen te openbaren. De IC's zijn niet vrij op de markt. Alleen grote firma's, die een dure licentie-overeenkomst met Dolby willen sluiten, kunnen de schakelingen kopen.
Toch kan wel iets onthuld worden over de technologie achter Pro Logic.

Dynamische richtingscompensatie

Hart van het Pro Logic systeem is een proces, dat "dynamische richtingscompensatie" wordt genoemd. Dat is een analoog/digitaal systeem dat voortdurend de samenstelling van de vier signalen L, R, C en S analyseert. Die analyse betreft de onderlinge faseverhoudingen, amplitudes en frequentiesamenstellingen. Aan de hand van deze gegevens kan de schakeling bepaalde conclusies trekken over de ruimtelijke verdeling van het geluid. De Pro Logic schakeling wekt vier stuursignalen op, die vier spanningsgestuurde verzwakkers (VCA's) beïnvloeden. Deze zijn geschakeld in de vier uitgangskringen van de decoder.
Zoals uit het blokschema van de Pro Logic decoder, getekend in figuur 5/9.1-8, blijkt, is die dynamische richtingscompensatie niets meer of minder dan een extra trap, die achter een matrix decoder wordt opgenomen. Een voorbeeldje zal de werking van de "dynamische richtingscompensatie" verduidelijken. Stel dat de Pro Logic schakeling vaststelt dat de signalen L en R volledig in fase zijn, even groot zijn en bovendien dezelfde frequentiesamenstelling hebben. Het ligt dan voor de hand om aan te nemen dat het geluidseffect, dat die twee signalen tot gevolg heeft, ergens middenvoor in de driedimensionele luisterruimte thuis hoort. De schakeling stuurt dan alleen de VCA, die in het pad van het C-signaal staat, open en zet de versterking van de drie overige VCA's veel lager. Hoofdzakelijk de centerspeaker zal dan geluid produceren, waardoor het geluid erg goed in het midden gelokaliseerd kan worden.
De Pro Logic schakeling zoekt dus steeds het meest dominante geluidseffect in de totale geluidsmix op en probeert de plaats hiervan te bepalen.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic



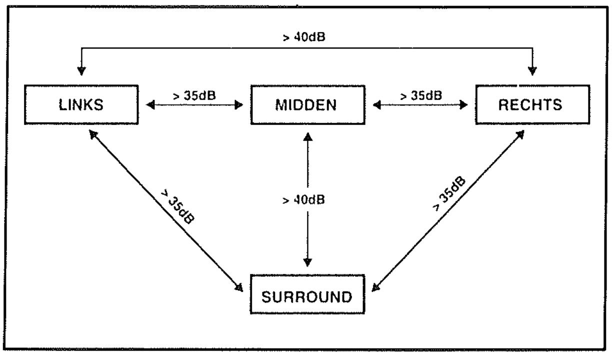
Figuur 5/9.1-8: Het blokschema van een actieve Pro Logic decoder.

Aan de hand van de uitkomsten van fase-, amplitude- en frequentie-onderzoek wordt het dominante geluid gelokaliseerd en worden de vier uitgangen zodanig gestuurd, dat het voor de luisteraars lijkt alsof het geluidseffect op die plaats in de ruimte aanwezig is, waar het volgens de Pro Logic decoder thuis hoort.

Digitale geluidsverwerking
Het zal wel duidelijk zijn dat het Pro Logic principe snel is uitgelegd, maar dat het heel andere koek is om dit principe om te zetten in een werkende schakeling! De moderne Pro Logic decoders werken dan ook volledig digitaal. De vier signalen worden door middel van snelle A/D-omzetters naar seriële datastromen omgezet. De vier datastromen worden in real time beoordeeld via ingewikkelde processorgestuurde wiskundige algoritmen op fase, amplitude en frequentie. Voor dit laatste worden bijvoorbeeld Fourier-analyses toegepast. De amplitudes worden niet rechtstreeks met elkaar vergeleken. Er wordt gebruik gemaakt van logaritmische omzettingen, waarna de resultaten hiervan van elkaar afgetrokken worden. Uit deze berekeningen kan men een goede indruk krijgen van de relatieve dominantie van een bepaald signaal. De VCA's worden niet lineair aangestuurd, maar via logaritmische stuurcurves. Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat de gemiddelde door het menselijke gehoor ervaren geluidsdruk van de vier kanalen constant blijft, als het geluidseffect daarom vraagt. Stel bijvoorbeeld dat de decoder ontdekt dat een trein van links voor naar rechts achter door de geluidsruimte "rijdt". De VCO's moeten dan zo geregeld worden, dat in het begin van het effect L het groot-

ste uitgangssignaal levert en op het einde van het effect R en S. Het is echter wel de bedoeling dat gedurende deze overgang het gemiddelde geluidsniveau in de luisterruimte constant blijft. Door de beschreven ingewikkelde logaritmische vergelijking en sturing wordt vermeden dat het geluid tijdens de overgang van links voor naar rechts achter onnatuurlijk verzwakt of versterkt.

De voordelen van de Pro Logic decoder
Het zal duidelijk zijn dat de "dynamische richtingscompensatie" een grote invloed uitoefent op de kanaalscheiding. Hoe dramatisch dit effect is wordt pas goed duidelijk als men de getalletjes in figuur 5/9.1-9 vergelijkt met deze in figuur 5/9.1-7!



Figuur 5/9.1-9: De gemiddelde kanaalscheidingen die van een Pro Logic decoder verwacht mogen worden.

In principe is het zelfs mogelijk met digitale technieken kanaalscheidingen van rond 90 dB te verkrijgen. Dit blijkt echter te veel van het goede: het geluidsbeeld wordt erg onnatuurlijk. In natuurlijke omgevingen zullen dergelijke grote kanaalscheidingen immers ook niet voorkomen. Altijd aanwezige echo's en reflecties zorgen voor een aanzienlijke reductie, zelfs als het geluidssignaal heel duidelijk van een goed te lokaliseren plaats komt. Vandaar dat in decoders, die digitaal werken, er meestal een knop aanwezig is waarmee men de kanaalscheiding weer iets kan terugschroeven.

Dolby Pro Logic in de praktijk

Vergeet zelfbouw!
Het zal wel duidelijk zijn dat zelfbouw van een "echte" Dolby Surround Sound Pro Logic decoder vergeten kan worden. De door Dolby gelicenceerde schakelingen zijn niet te koop. Ondertussen is het wel zo dat een aantal IC-fabrikanten decoder-IC's op de markt hebben gebracht, die de licentierechten van Dolby omzeilen. Aan de hand van het beschreven principe kan men natuurlijk proberen een eigen schakeltechnische oplossing te verzinnen. Hoewel deze schakelingen met enige moeite wel te koop zijn, valt zelfbouw hiermee niet mee. De meeste schakelingen (zie hoofdstuk 5/9.2) moeten immers digitaal aangestuurd worden.
Wel kan opgemerkt worden dat het tijdschrift "Elektuur" een eigen decoder heeft ontwikkeld, die volgens de principes van de "dynamische richtingscompensatie" werkt. Deze schakeling is beschreven in het januarinummer van 1995 en verbruikt hoofdzakelijk goed verkrijgbare IC's.

Pro Logic decoders
Wie alleen tevreden is met de origineel door Dolby ontwikkelde ideeën zal dus een Pro Logic decoder moeten kopen. Dan blijkt echter dat er heel weinig losse decoders op de markt zijn gebracht.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic



Figuur 5/9.1-10: De Dolby Surround Sound Pro Logic decoder BX 3003 van Bandridge.

Weliswaar brengen alle Hifi-producenten Dolby Pro Logic compatibele apparatuur op de markt, maar dan als totaal-apparaat met FM-tuner, versterkers en CD-speler. Men beweert dat Dolby zoveel licentierechten vraagt, dat de prijs van een losse Pro Logic decoder voor het grote publiek onaanvaardbaar zou worden. Door er nu wat goedkoop te produceren extra faciliteiten, zoals FM-tuner en CD-speler, aan toe te voegen wordt het apparaat weliswaar nog duurder, maar zou het publiek toch tot koop willen overgaan.

De Bandridge BX 3003 decoder

Een losse decoder wordt op de markt gebracht door het Duitse bedrijf ELV, in Nederland vertegenwoordigd door Binell B.V., Postbus 83, 7440 AB Nijverdal, telefoon 05486-17475, fax 05486-12678. Deze decoder, van het totaal onbekende merk Bandrigde, heeft als typenummer BX 3003 en kost rond *f* 500,00.

Dit apparaat is uitstekend getest in de Duitse Hifi-bladen en heeft een officiële Dolby-licentie, hetgeen afgeleid kan worden aan het logo van figuur 5/9.1-2, dat trots op het apparaat is aangebracht. Figuur 5/9.1-10 geeft een impressie van deze decoder, die bediend kan worden met een infrarode afstandsbediening. Het apparaat heeft drie ingebouwde eindversterkers met een topvermogen van 30 W, waarmee de ene C en de twee S luidsprekers gestuurd kunnen worden. De bandbreedte van deze versterkers wordt, zoals voorgeschreven, beperkt tot een bereik van 100 Hz tot 7 kHz.

Daarnaast zijn twee breedband signaaluitgangen aanwezig, waarop de L- en R-informatie staat en die door de reeds aanwezige versterker van de installatie verder verwerkt moet worden. De Pro Logic decoder werkt digitaal, waardoor een maximale signaal/ruis-afstand van 90 dB te bereiken is. De geluidsvertraging voor het S-kanaal is instelbaar tussen 30 en 50 ms. Naast Dolby Surround mode kan men het apparaat ook instellen op nagalm, zodat ook geluid dat niet met Dolby Surround Sound gecodeerd is toch wat extra kan meekrijgen.

9.1 Het principe van Dolby Surround Sound Pro Logic

5/9.2

Alternatieven voor Dolby Pro Logic

Inleiding

Beschermde technologie
Zoals reeds geschreven in hoofdstuk 5/9.1, is de technologie van Dolby Surround Sound Pro Logic door Dolby volledig beschermd. De speciale IC's, die het officiële Dolby-logo mogen dragen, worden niet vrij verkocht maar alleen aan licentie-nemers van de uitvinder. Pech voor de doe-het-zelver, want wie wil op dit moment zijn Hifi-installatie nu niet uitbreiden met surround sound?

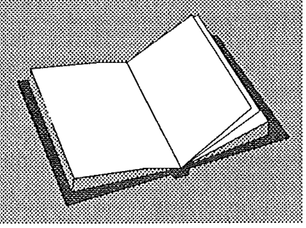
Alternatieven
Maar hoe gaat dat in de praktijk? Dolby kan wel IC's beschermen, maar geen algemene elektronische principes. En de principes waarmee Pro Logic werkt, zijn algemeen bekend. Dus zijn diverse IC-fabrikanten op het idee gekomen om deze algemene principes iets aan te passen en, aldus patentrechten omzeilend, de aangepaste systemen in eigen IC's te integreren. Natuurlijk kunnen deze schakelingen niet als "Pro Logic"-compatibel verkocht worden. Vandaar dat fantasienamen worden verzonnen als "sound processor" of "audio processor".
In dit hoofdstuk worden drie van dergelijke IC's behandeld:
- de μPC1892 van NEC;
- de YM7128 van Yamaha;
- de TDA7344 van SGS-Thomson.

Nu is het niet zo dat dergelijke IC's gemakkelijk zijn toe te passen. In de meeste gevallen is digitale besturing vereist, bijvoorbeeld via een IC^2-bus. Maar een ervaren doe-het-zelver zal met deze IC's dagenlang kunnen experimenteren!

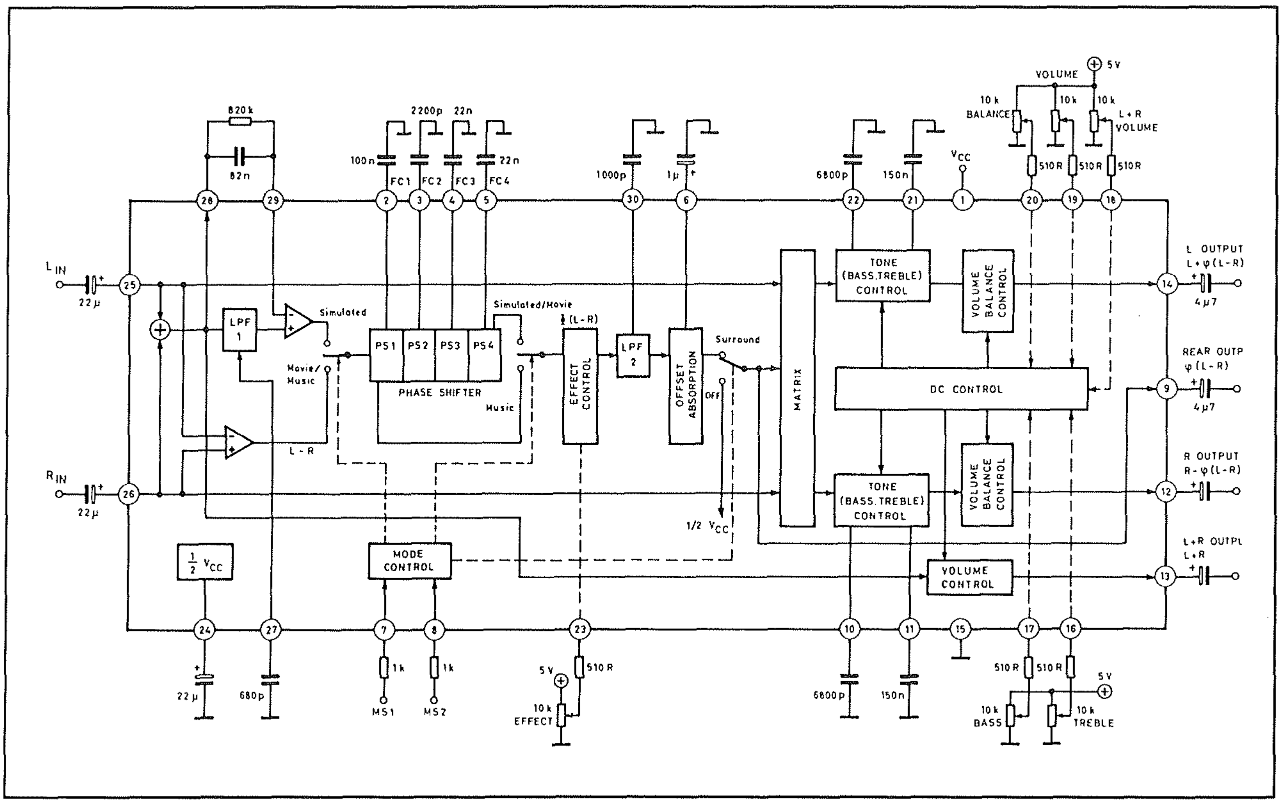
De μPC1892 van NEC

Intern blokschema
De μPC1892 van NEC is het enige IC van het drietal, dat zonder ingewikkelde digitale toestanden is aan te sturen. Vandaar dat wij dit hoofdstuk met dit IC beginnen. Het intern blokschema van deze schakeling is getekend in figuur 5/9.2-1. Hart van de schakeling zijn vier faseverschuivers PS1, PS2, PS3 en PS4, die de twee ingangssignalen L_{IN} en R_{IN} verschillende faseverschuivingen geven.

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/9.1



9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



Figuur 5/9.2-1: Het intern blokschema van de μPC1892.

Het surround-effect ontstaat door de trap Φ(L-R). Hierin worden de in fase verschoven signalen op een dusdanige manier verwerkt, dat een Dolby-achtig effect ontstaat. Dit effect wordt nog versterkt door het laagdoorlaatfilter LPF2, dat met zijn afsnijfrequentie van 7 kHz het achterste kanaal een bandbreedte geeft die vergelijkbaar is met deze van Pro Logic. Het midden- of centerkanaal wordt gevoed door de som van de twee ingangskanalen.

Drie modi

De μPC1892 heeft drie werkmodi. Deze worden digitaal ingesteld via de pennen 7 en 8 en wel op de volgende manier:

- pen 7 "L", pen 8 "L":
  modus "Off"
- pen 7 "H", pen 8 "L":
  modus "Music"
- pen 7 "L", pen 8 "H":
  modus "Movie"
- pen 7 "H", pen 8 "H":
  modus "Simulated"

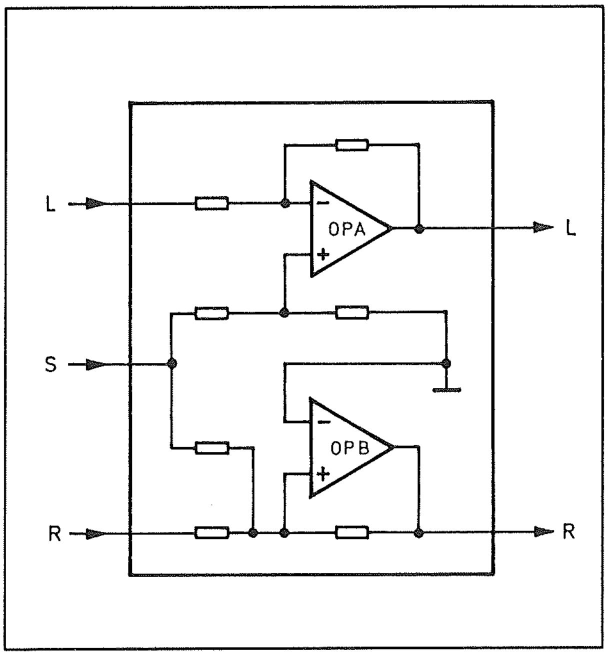
De modus "Music" geeft een stereo-effect met basisbreedte vergroting, waardoor een ruimtelijker effect ontstaat dan met normale stereo mogelijk is. De modus "Movie" genereert het som-kanaal voor de middelste luidspreker en een effectsignaal voor de achterste luidspreker, waardoor een aan het Pro Logic effect gelijkend geluidsbeeld ontstaat. Met de modus "Simulated" wordt een monosignaal omgezet in een pseudo-stereo effect.

Werking

De werking van de schakeling is vrij ingewikkeld en de fabrikant doet ook geen enkele poging om de werking duidelijk te maken. In het kort komt het neer op het volgende. De speciale effecten ontstaan

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic

door de som van de twee ingangssignalen (L+R) door een faseverschuivend netwerk LPF1 te voeren. Dit is echter zeer breedbandig en laat alle LF-frequenties zonder verzwakking door. Dit filter is opgebouwd uit een combinatie van een hoogdoorlaat en een laagdoorlaat filter.
Dit signaal wordt via een ingebouwde operationele versterker (pennen 27 en 29) omgevormd tot het "Simulated"-signaal. Dit signaal doorloopt de vier reeds genoemde faseverschuivers en wordt dan nog eens gefilterd door LPF2. Dit signaal wordt in het blok "Matrix" op een speciale manier gemengd met de twee hoofdsignalen L en R.
In wezen bevat dat blok "Matrix"" niets meer dan twee operationele versterkers, die geschakeld zijn zoals getekend in figuur 5/9.2-2.



Figuur 5/9.2-2: In het blokje "Matrix" gaat deze in wezen zeer eenvoudige mengschakeling rond twee operationele versterkers schuil.

Hierin wordt het "Simulated"-signaal in fase gemengd met het rechter kanaal en in tegenfase met het linker kanaal. Zonder deze faseverschuiving zouden de modi "Music" en "Simulated" niet kunnen werken!
In de modus "Movie" wordt de matrix gevoed door een verschilversterker (L-R). Hierdoor ontstaat het "Pro Logic"-achtige effect, waarmee de achterste luidspreker wordt gevoed.
De trap "DC CONTROL" stuurt alle instellingen middels spanningsgestuurde versterkers uit instelbare gelijkspanningen van maximaal 5 V. Dat geld voor:

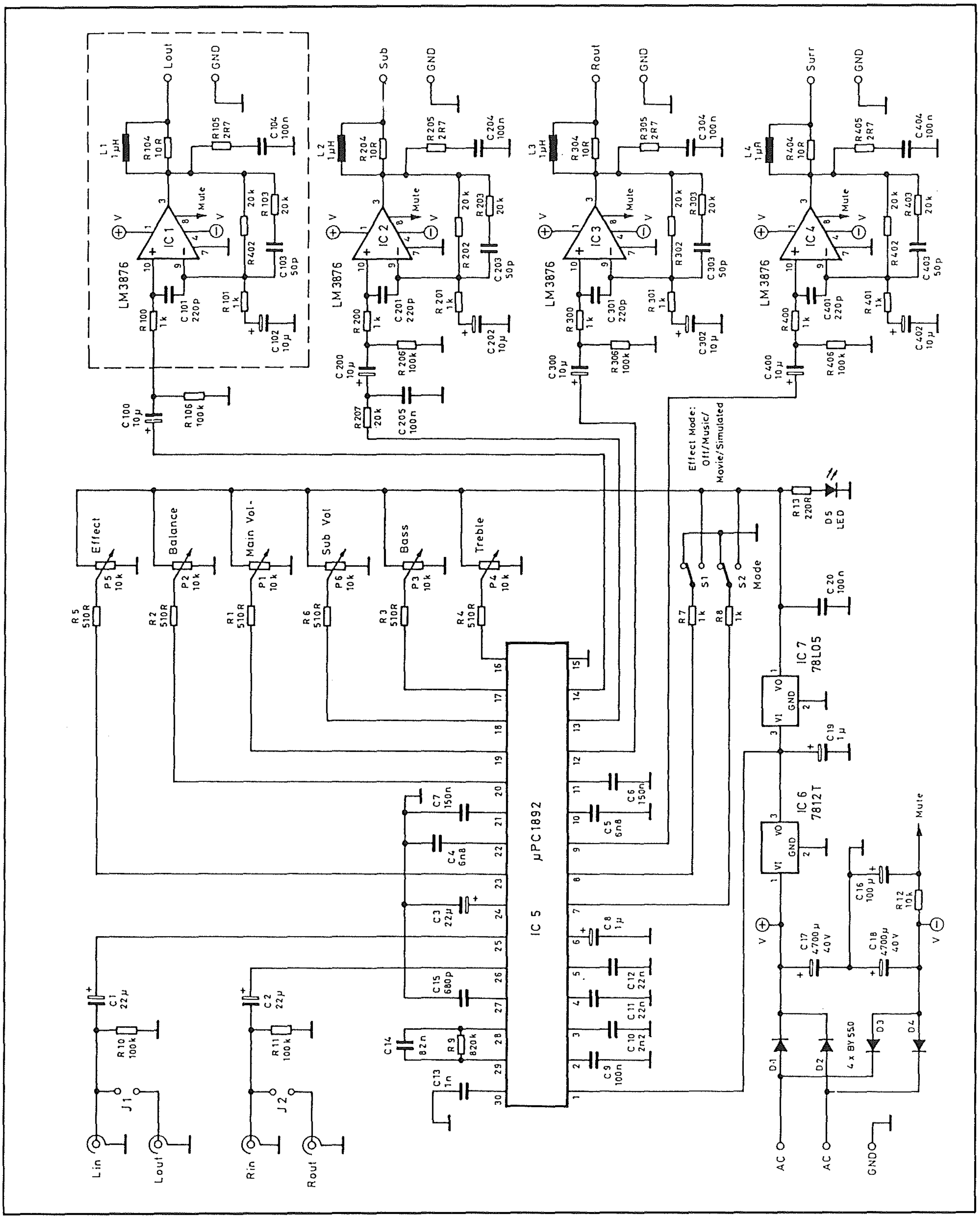
- hoofdvolume, via pen 19;
- (L+R)-volume, via pen 18;
- balans, via pen 20;
- lage tonen, via pen 17;
- hoge tonen, via pen 16.

Daarnaast bestaat de mogelijkheid de mate van effect in te stellen via een potentiometer die op pen 23 wordt aangesloten.
De spanningsgestuurde versterkers hebben een maximale vervorming van 0,15 % en een dynamisch bereik van meer dan 100 dB.

Een praktische schakeling

In figuur 5/9.2-3 wordt een praktische schakeling rond de µPC1892 voorgesteld. Naast de zes potentiometers voor het instellen van het geluid zijn twee omschakelaars noodzakelijk voor het instellen van de modus. De vier uitgangen van de µPC1892 worden aangesloten op vier geïntegreerde eindversterkers van NatSemi. De LM3876, die in dit schema wordt gebruikt, behoort tot een nieuwe generatie eindversterkers, die "Ouverture" wordt genoemd. Deze eindversterker werkt niet in brug, zoals gebruikelijk bij dit soort schakelingen, maar als echte semi-complementaire eindtrap.

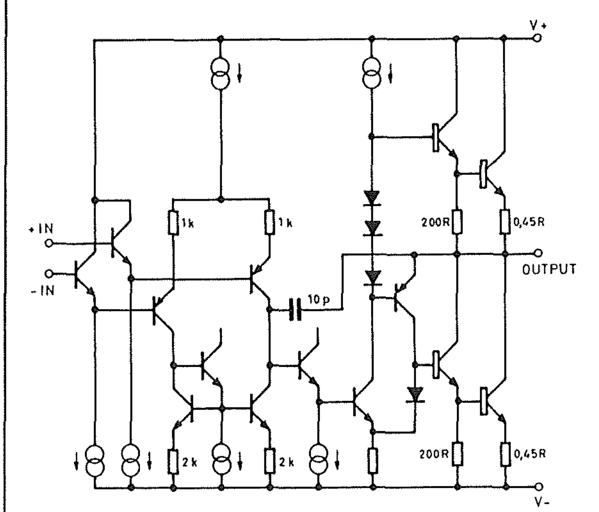
9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



Figuur 5/9.2-3: Een praktische schakeling van een sound-processor met de µPC1892 als basis.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic

Het vereenvoudigde intern schema van deze versterker wordt voorgesteld in figuur 5/9.2-4. Dank zij deze traditionele opbouw levert dit IC geluid met een tot nu toe ongekende kwaliteit. De LM3876 levert een maximaal vermogen van niet minder dan 40 W in een luidspreker van 8 Ω en bij een symmetrische voeding van +/-40 V. De totale harmonische vervorming bedraagt bij dit maximale vermogen slechts 0,06 % en de intermodulatie vervorming slechts 0,004 %. De signaal/ruis-afstand is groter dan 114 dB. Kortom, met deze eindversterkers kan men, met een werkelijk minimum aan externe componenten, uitstekende eindversterkers samenstellen.



Figuur 5/9.2-4: Het vereenvoudigd intern schema van de geïntegreerde eindversterker LM3876.

De eindversterker is voorzien van een zeer complexe beveiliging. Deze beveiliging wordt door NatSemi "SPiKe" genoemd en beveiligt de schakeling tegen:
- te grote ingangsspanningen;
- te lage uitgangsimpedantie;
- te hoge uitgangsstroom, een beveiliging die werkt als de uitgangsstroom groter wordt dan 4 A;
- kortsluiting van de uitgang naar massa of naar een van de voedingsspanningen;
- te hoge temperatuur van de chip, een beveiliging die in werking treedt als de chip warmer wordt dan 165 °C;
- werking in het niet veilige gebied van de eindtransistoren.

Kortom, deze eindversterker is onverwoestbaar en leent zich dus uitstekend voor doe-het-zelf ontwerpen!

Evaluation Board

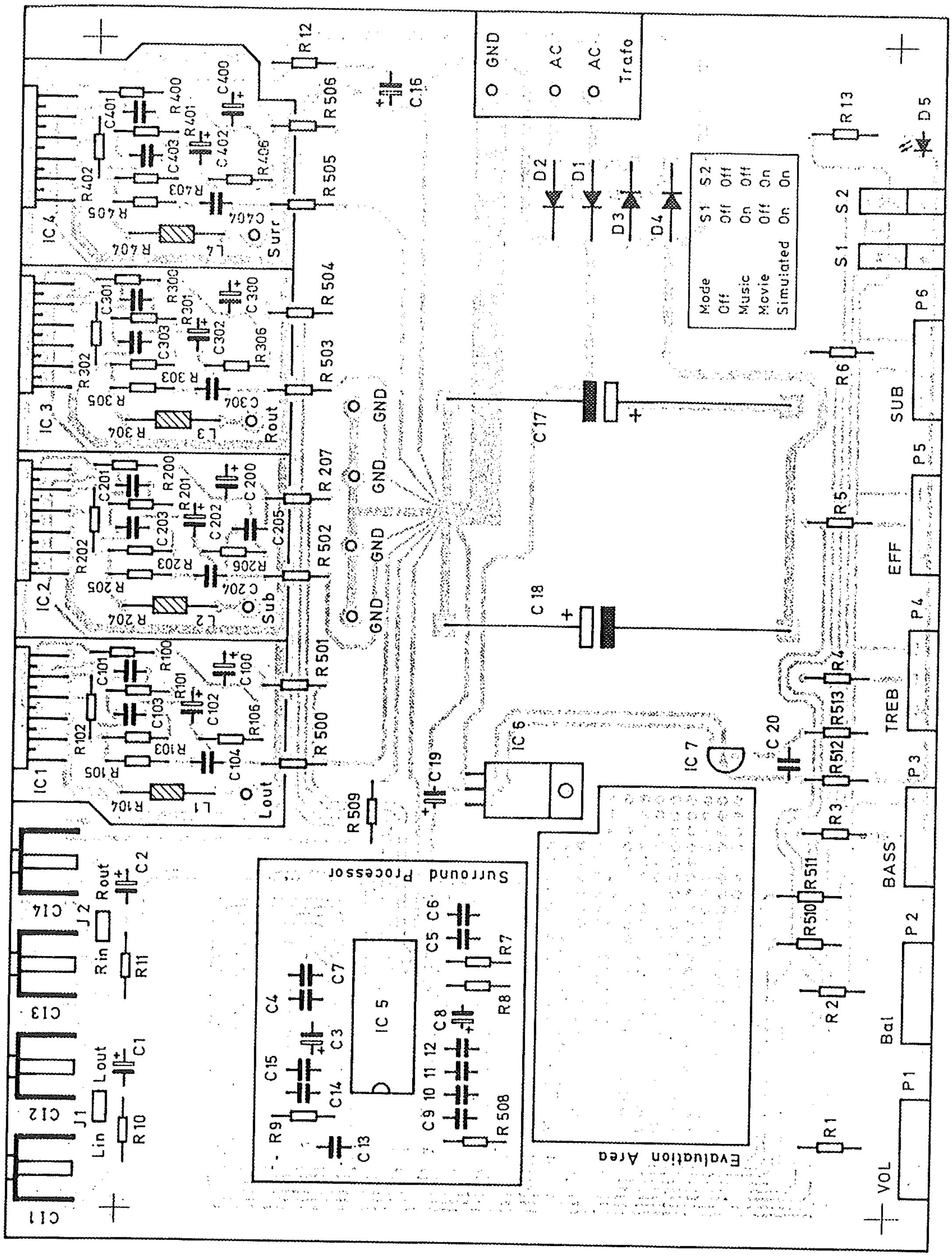
Door NEC werd een zogenoemd "Evaluation Board" ontwikkeld. Een proefprint van de schakeling van figuur 5/9.2-3, waarbij bovendien ruimte is gelaten om te experimenteren. In figuur 5/9.2-5 is de componentenopstelling van deze print op ware grootte getekend, waaruit duidelijk blijkt hoe, dank zij de moderne integratie, een ingewikkeld ontwerp als deze sound processor op een werkelijk minimale ruimte opgebouwd kan worden.

De YM7128 van Yamaha

Inleiding

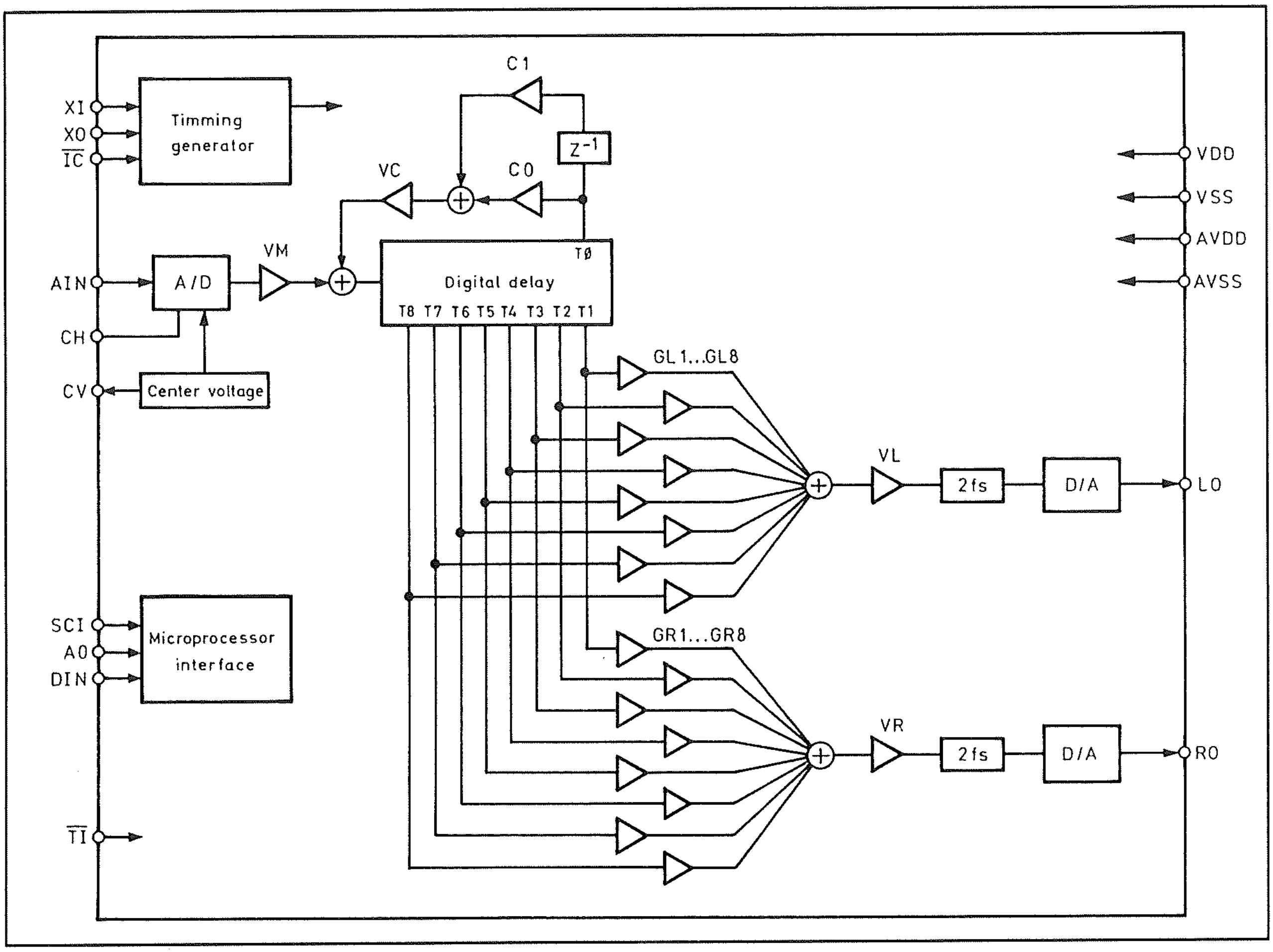
De YM7128 is een digitale geluidsprocessor, die een ware uitdaging vormt voor de geoefende doe-het-zelver. Het principe is in wezen zeer eenvoudig. Het IC heeft een analoge ingang, die gevoed moet worden met ofwel het somsignaal van de linker en rechter geluidssignalen (L+R) ofwel met hun verschil (L-R). Dit ingangssignaal wordt bemonsterd en omgezet in een datastroom.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



Figuur 5/9.2-5: De componentenopstelling van het "evaluation board" van NEC.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



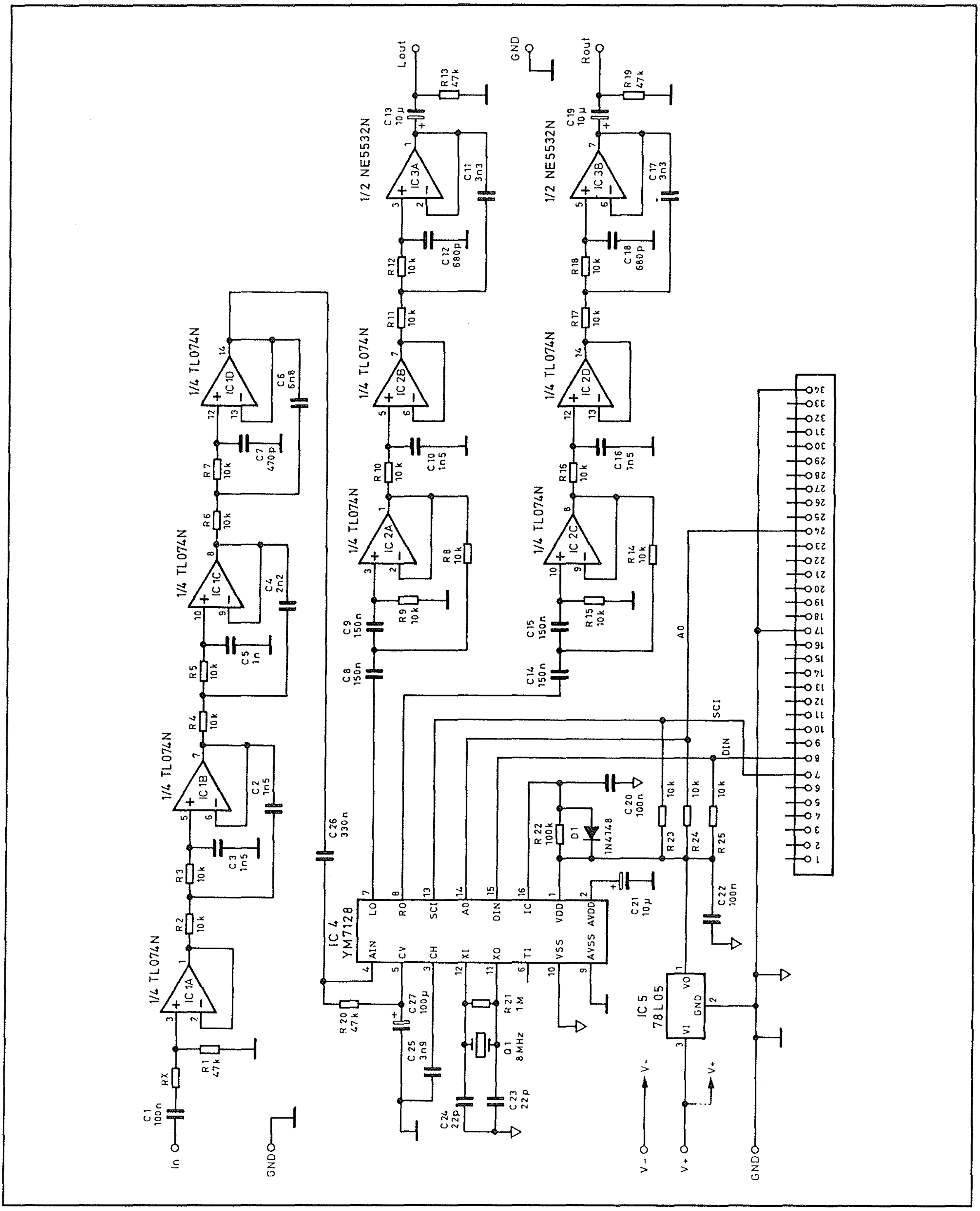
Figuur 5/9.2-6: Het intern blokschema van de YM7128 van Yamaha.

Die datastroom bestaat uit 14 bit brede digitale codes. Die codes worden aangeboden aan digitale fasefilters, vertragingslijnen en verzwakkers. Deze drie blokken zijn volledig programmeerbaar.
Nadien worden de digitale signalen gemengd en via ingebouwde digitaal naar analoog omzetters weer omgezet in twee analoge signalen. Met deze signalen kan men de midden- en achterluidsprekers voeden.

Blokschema

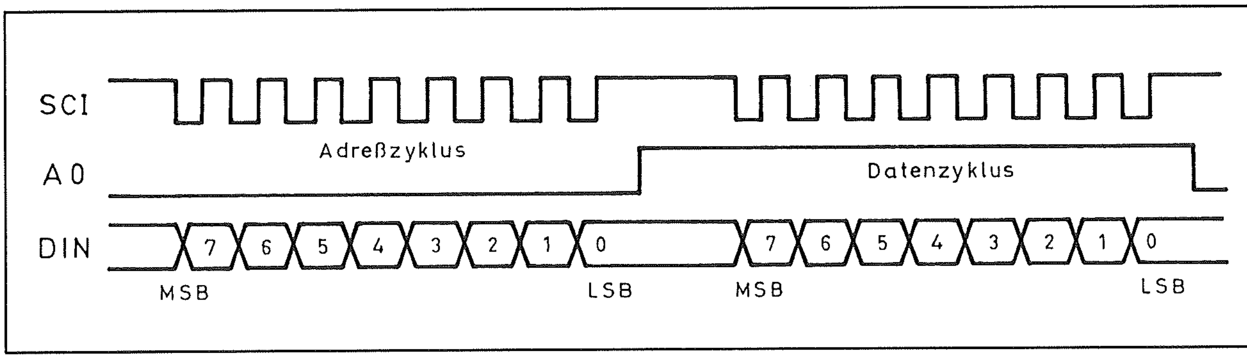
Was het intern leven van de μPC1892 al moeilijk te ontcijferen, bij deze moderne digitale processor van Yamaha is dat helemaal een probleem. De YM7128 werkt immers volledig digitaal en de bewerkingen op het geluid gebeuren door moderne digitale transversale filters. Het vereenvoudigd blokschema is getekend in figuur 5/9.2-6. Het analoge ingangssignaal AIN wordt door een ingebouwde analoog naar digitaal omzetter omgezet in een 14 bit brede digitale code. De digitale woorden worden door een digitale vertragingslijn gevoerd, die voorzien is van aftakkingen T1 tot en met T8. Deze "tap's" zijn volledig programmeerbaar wat betreft hun vertragingstijd, fase en amplitude. Dank zij deze programmeerbare trappen kan men zogenoemde "early reflections" instellen.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



Figuur 5/9.2-7: Een evaluatie-schakeling rond de YM7128.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



Figuur 5/9.2-8: De digitale timing van de YM7128.

Dat zijn acht geluidsvertragingen, met typische vertragingen tussen 20 ms en 100 ms, die zo geprogrammeerd kunnen worden dat een surround-sound effect ontstaat. De via de "tap's" afgenomen vertraagde signalen worden nu weer digitaal gemengd en aan twee digitaal naar analoog omzetters aangeboden.

Daarnaast bevat de vertragingslijn nog eens een tap T0, die via instelbare verzwakkers C0 en C1 wordt teruggekoppeld naar de ingang. Hiermee kan men echo- en nagalmeffecten instellen.

Voorbeeldschakeling

In figuur 5/9.2-7 is een voorbeeldschakeling rond de YM7128 getekend. De buffertrap IC1a is noodzakelijk om het niveau van het ingangssignaal aan te passen aan het dynamisch bereik van de Yamaha-chip.

Nadien volgt een laagdoorlaat filter dat noodzakelijk is om de bandbreedte van het ingangssignaal tot ongeveer 12 kHz te beperken. Hiervoor wordt een zesde orde Butterworth-filter toegepast met een flanksteilheid van 36 dB/octaaf. Dit filter is noodzakelijk. De analoog/digitaal omzetter in de YM7128 werkt immers met een bemonsteringsfrequentie van slechts 23,6 kHz. Zonder dit filter zou dus gemakkelijk aliasing kunnen ontstaan, met als gevolg grote signaalvervormingen.

De uitgangen van de YM7128 worden afgesloten met twee hoogdoorlaat filters IC2A (IC2C) en twee laagdoorlaat filters IC2B en IC3A (IC2D en IC3B). Deze zorgen voor een "Pro Logic"-achtige frequentieband van de twee uitgangssignalen van 700 Hz tot 7 kHz.

Bij een bemonsteringsfrequentie van 23,6 kHz, te genereren door een kristal van 8 MHz, kan men vertragingstijden instellen tot maximaal 100 ms.

De analoge ingang moet gevoed worden door een verschilsignaal (L-R) of een somsignaal (L+R), dan gemakkelijk opgewekt kan worden door een operationele versterker te schakelen als al dan niet inverterende sommeerversterker. De twee uitgangen Rout en Lout moeten via kleine eindversterkers twee geluidsboxen, opgesteld voor en achter de luisteraar, voeden.

Als voedingsspanning moet men twee symmetrische spanningen van +15 V respectievelijk -15 V toepassen. Uit de +15 V wordt door middel van de stabilisator IC5 de +5 V voeding voor de YM7128 afgeleid.

Digitale besturing

Voor de digitale besturing van de YM7128 heeft men drie signalen nodig:

- DIN, oftewel Data In;
- SCI, oftewel Serial Clock;
- A0, oftewel Address/Data Select.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic

Het tijddiagram voor de besturing is getekend in figuur 5/9.2-8. Alle programmeergegevens worden onder 8 bit seriële vorm via DIN in de chip ingelezen. De gegevens worden opgeslagen in interne registers, die via dezelfde ingang geadresseerd moeten worden. Of data dan wel adressen worden verzonden, wordt bepaald door het niveau op de A0-lijn. Is deze "L", dan verwacht het IC het adres van een register. Bij "H" moeten de data worden verzonden, waarmee het geselecteerde register moet worden geladen. Data en adressen moeten synchroon worden ingelezen met het clock-signaal SCI. De tabel van figuur 5/9.2-9 geeft alle adressen van de beschikbare registers. Hierin staat:

- GLx:
  waarde van de verzwakking van de "tab's" van het linker kanaal
- GRx:
  waarde van de verzwakking van de "tab's" van het rechter kanaal
- VM:
  instelling van de "master gain"
- VC:
  instelling van het signaal T0 (zie blokschema)
- VL:
  instelling van de versterking van het linker uitgangssignaal;
- VR:
  instelling van de versterking van het rechter uitgangssignaal;
- C0 en C1:
  instelling van de filter-coëfficiënten van het FIR-filter
- Tx:
  positie van de "tab's"

In de tabel van figuur 5/9.2-10 worden de data gegeven, waarmee men de verzwakking van GLx, GRx, VM, VC, C0, C1, VL en VR kan instellen.

Adresse (Hex)	Daten 7 6 5 4 3 2 1 0
00	x x GL1
01	x x GL2
02	x x GL3
03	x x GL4
04	x x GL5
05	x x GL6
06	x x GL7
07	x x GL8
08	x x GR1
09	x x GR2
0A	x x GR3
0B	x x GR4
0C	x x GR5
0D	x x GR6
0E	x x GR7
0F	x x GR8
10	x x VM
11	x x VC
12	x x VL
13	x x VR
14	x x C0
15	x x C1
16	x x T0
17	x x T1
18	x x T2
19	x x T3
1A	x x T4
1B	x x T5
1C	x x T6
1D	x x T7
1E	x x T8

Figuur 5/9.2-9: De adressen van de registers en hun functie.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic

Level (dB)	Daten 4 3 2 1 0	(Hex)
0	1 1 1 1 1	1F
-2	1 1 1 1 0	1E
-4	1 1 1 0 1	1D
.		
.		
.		
-58	0 0 0 1 0	02
-60	0 0 0 0 1	01
-∞	0 0 0 0 0	00

Figuur 5/9.2-10: Het programmeren van de verzwakking door middel van de vijf laagste bits van het data-woord.

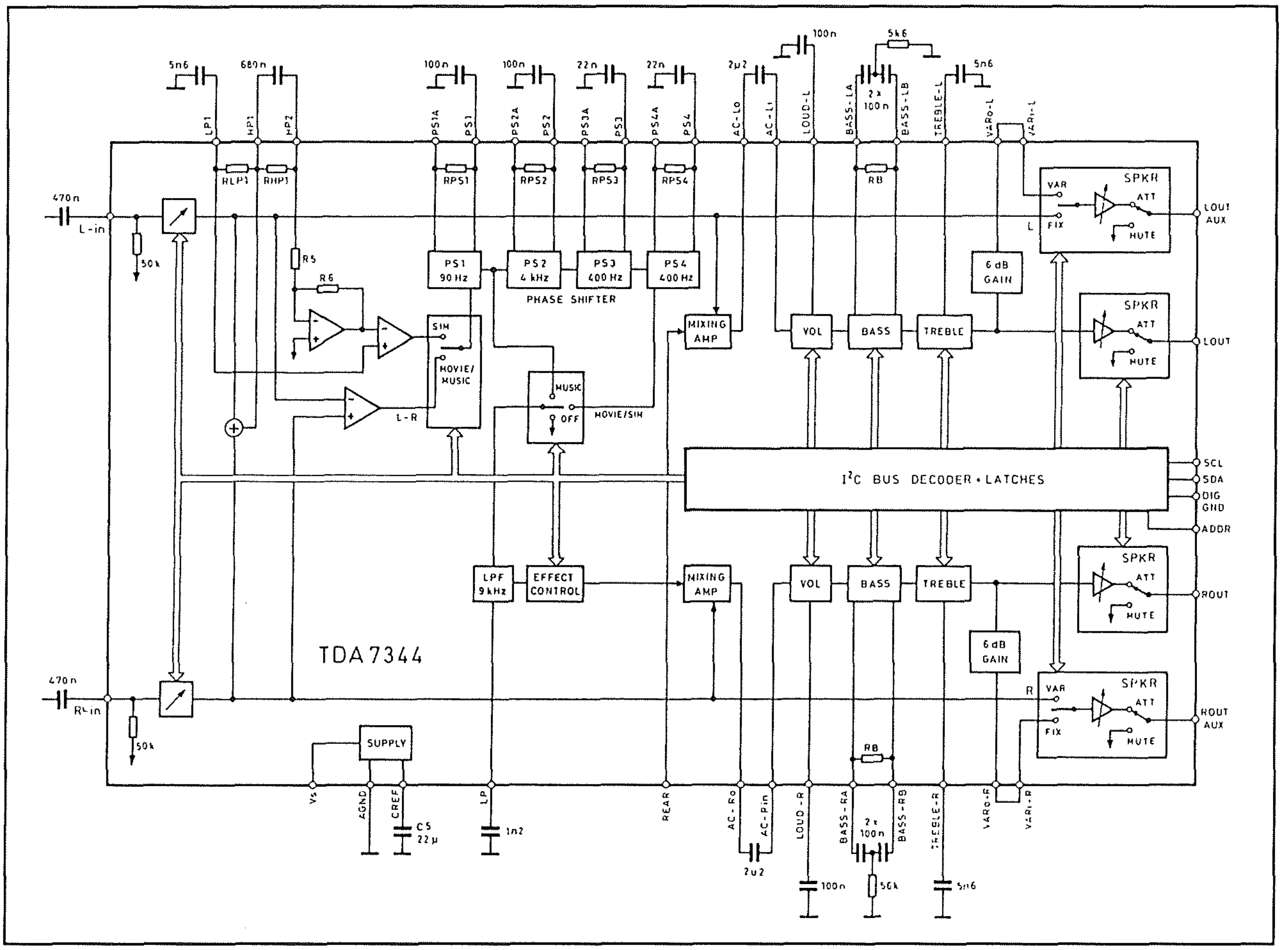
Hiervoor worden dus slechts de vijf laagste bits van het data-woord gebruikt. De waarde van de hoogste bits 6 en 7 zijn zonder betekenis, hetgeen reeds in de tabel van figuur 5/9.2-9 werd aangegeven door de x bij deze bits.
De vertragingstijd kan, alweer door de vijf laagste bits van het data-woord, ingesteld worden tussen 0,0 ms en 100,0 ms. De codering van deze vertraging volgt uit de tabel van figuur 5/9.2-11.

De filtercoëfficiënten C0 en C1
De waarde van deze coëfficiënten is vrij kritisch. Zonder grondige kennis van de werking van digitale filters kan men deze coëfficiënten niet goed dimensioneren.
De fabrikant geeft echter twee simpele formules voor het instellen van deze waarden:
$C0=2.f_b/f_a$
en

Verzögerungszeit ms	Daten 4 3 2 1 0	(Hex)
0,0	0 0 0 0 0	00
3,2	0 0 0 0 1	01
6,5	0 0 0 1 0	02
9,7	0 0 0 1 1	03
12,9	0 0 1 0 0	04
16,1	0 0 1 0 1	05
19,3	0 0 1 1 0	06
22,6	0 0 1 1 1	07
25,8	0 1 0 0 0	08
29,0	0 1 0 0 1	09
32,3	0 1 0 1 0	0A
35,5	0 1 0 1 1	0B
38,7	0 1 1 0 0	0C
41,9	0 1 1 0 1	0D
45,2	0 1 1 1 0	0E
48,4	0 1 1 1 1	0F
51,6	1 0 0 0 0	10
54,9	1 0 0 0 1	11
58,1	1 0 0 1 0	12
61,3	1 0 0 1 1	13
64,5	1 0 1 0 0	14
67,8	1 0 1 0 1	15
71,0	1 0 1 1 0	16
74,2	1 0 1 1 1	17
77,4	1 1 0 0 0	18
80,7	1 1 0 0 1	19
83,9	1 1 0 1 0	1A
87,1	1 1 0 1 1	1B
90,4	1 1 1 0 0	1C
93,6	1 1 1 0 1	1D
96,8	1 1 1 1 0	1E
100,0	1 1 1 1 1	1F

Figuur 5/9.2-11: De codering van het data-woord voor de vertraging.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic



Figuur 5/9.2-12: Intern blokschema van de TDA 73444.

$C1=1/\pi.\sin(\pi.C0)$

Hierbij is f_a de waarde van de bemonsteringsfrequentie en f_b de waarde van de grensfrequentie van het analoge filter aan de ingang.

De TDA7344 van SGS-Thomson

Inleiding

De door SGS-Thomson op de markt gebrachte TDA7344 vertoont grote gelijkenis met de µPC1892 van NEC. Groot verschil is echter dat dit Europese IC via de door Philips ontwikkelde I²C-bus bestuurd moet worden. Het grote voordeel hiervan is, dat het programmeren van de chip heel gemakkelijk gaat. De fabrikant levert namelijk bij ieder IC software, die het mogelijk maakt de geluidsprocessor via de PC en de parallelle poort te programmeren! Het zal wel zonder nadere toelichting duidelijk zijn, dat ook dit IC een waar experimenteerfeest belooft voor de betere doe-het-zelver!

Intern blokschema

Het intern blokschema van de TDA7344 is getekend in figuur 5/9.2-12. Hieruit blijkt een verbluffende gelijkenis met het NEC-IC. Groot verschil is dat de TDA7344

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic

twee verzwakkers in de ingang heeft, waarmee men het volume van alle uitgangskanalen in een keer kan instellen. Bovendien zit in iedere uitgang nog eens een elektronische schakelaar, waarmee men de uitgang naar "Mute" (stil) kan schakelen.

De TDA7344 kan gevoed worden met een spanning van +9 V, waarbij het IC ingangsspanningen tot 2 $V_{effectief}$ kan verwerken. De totale harmonische vervorming bedraagt slechts 0,1 % en het dynamische bereik 106 dB.

De diverse volumes zijn softwarematig in te stellen in stappen van 1,5 dB, terwijl de toonregelingen in stappen van 2 dB zijn in te stellen over een bereik van 28 dB.

De software

Het zou in het kader van dit hoofdstuk te ver voeren om de meegeleverde software te bespreken. De software werkt onder MS-DOS en stelt via overzichtelijke bedieningsschermen alle parameters van de chip in. De software bevat ook een bouwplan voor de interface tussen de TDA7344 en de Centronics-poort van een PC. Hiervoor zijn slechts vier verbindingen nodig en een weerstandje.

9.2 Alternatieven voor Dolby Pro Logic

5/9.3

Surround sound systemen en hun specificaties

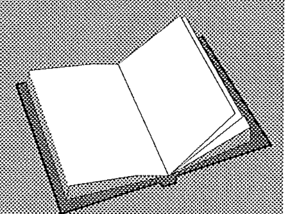
Inleiding

DVD bracht de doorbraak
Hoewel surround sound systemen al tientallen jaren een vruchtbaar bestaan leiden in alle bioscopen van de wereld, heeft de grote en snelle publieksacceptatie van DVD ook op dit gebied voor een doorbraak gezorgd. Merknamen als "Dolby Digital Surround EX", "Dolby Surround Pro Logic II", "DTS Digital Sound" en "SDDS" verschijnen niet alleen op het scherm van de bioscoop, maar ook op het platte beeldscherm van uw Home Cinema System.

Het begon analoog
Velen denken dat eerst ná de digitale audio-revolutie het verschijnsel surround sound tot ontwikkeling kon komen. Niets is echter minder waar! Al in de vijftiger jaren van de vorige eeuw waren er systemen in omloop, die het beeld op het bioscoopscherm voorzagen van zeskanaals geluid, en dit alles volledig analoog.
Ook alle surround sound effecten op uw analoge TV, zowel bij films als bij reclamespots, werken volledig analoog.

Van het prille begin tot nu
In dit hoofdstuk gaan wij u door de ontwikkeling van het surround sound gebeuren voeren, van de allereerste analoge systemen tot de modernste digitale meesterwerkjes van Dolby en DTS. Daarbij zullen wij het vaak over "film" hebben. Want, vergeet niet, alle surround sound systemen werden en worden ontwikkeld voor het medium film. De specificaties en beperkingen van de verschillende systemen werden en worden dan ook voornamelijk bepaald door de mogelijkheden en onmogelijkheden van het medium film.
Het is absoluut onmogelijk om de ontwikkeling van surround sound zuiver chronologisch te behandelen. Immers, verschillende bedrijven hebben, onafhankelijk van elkaar, in dezelfde periode systemen op de markt gebracht. Vanaf de jaren zeventig van de vorige eeuw begint alles een beetje door elkaar te lopen. Wél kunnen wij een aantal revoluti-

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/9.1
Hoofdstuk 5/17.2



onaire stappen in de ontwikkeling van surround sound op een tijdsas plaatsen:

- 1941:
  Walt Disney's film Fantasia voorzien van meerkanaals geluid
- 1955:
  Todd-AO zeskanaal analoog surround sound
- 1976:
  Dolby Stereo
- 1979:
  Dolby Stereo Surround
- 1981:
  Digital Fluorescent Sound
- 1986:
  Dolby Stereo Spectral Recording
- 1990:
  Cinema Digital System
- 1991:
  LC Concept
- 1992:
  Dolby Digital
- 1993:
  DTS Digital Sound
- 1994:
  Sony Dynamic Digital Sound
- 1999:
  Dolby Digital Surround EX
  DTS-EX

In dit hoofdstuk gaan we het surround sound verschijnsel niet historisch behandelen, maar per systeem.

Even iets over conventies

In de surround sound wereld is het gebruikelijk het aantal geluidskanalen dat een systeem kan bevatten op een speciale manier te coderen: X.Y.

De X staat voor het aantal kanalen dat met een normale Hifi-bandbreedte van 20 Hz tot 20 kHz wordt weergegeven.

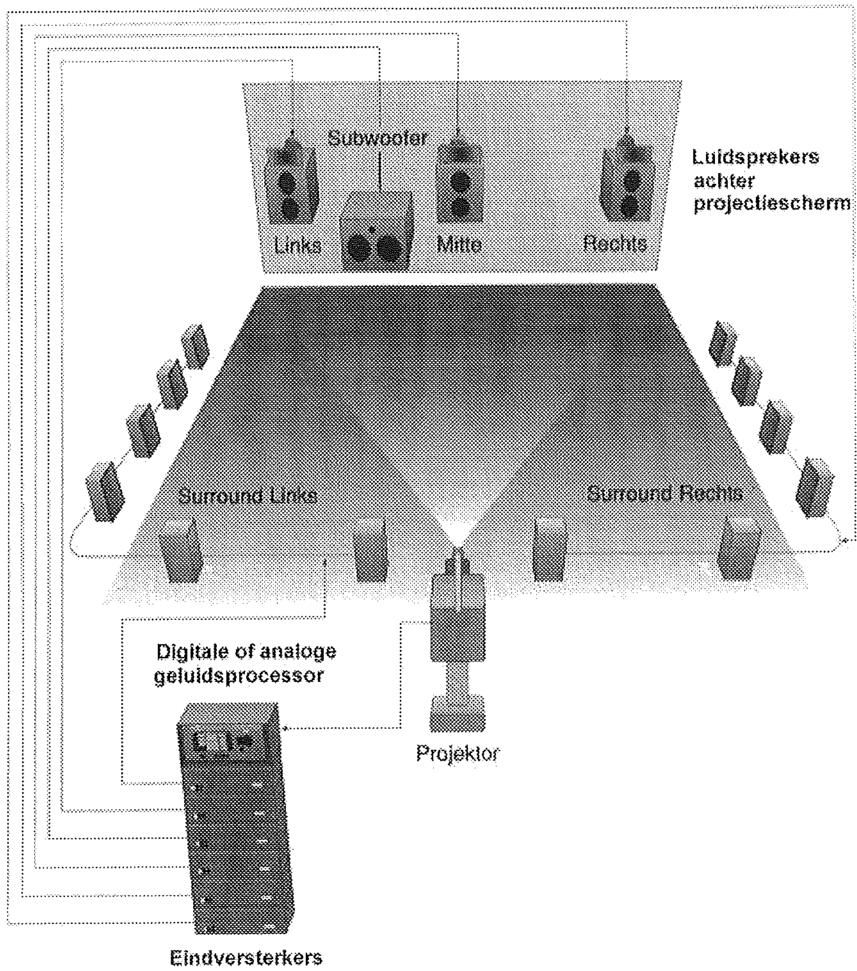
De Y staat voor het aantal kanalen dat men een zeer beperkte bandbreedte wordt weergegeven. Die kanalen worden meestal gebruikt voor het introduceren van de door het bioscooppubliek zo geliefde "LFE", afkorting van "Low Frequency Effects". Soms worden deze kanalen ook de "subwoofer"-kanalen genoemd. Het is dit LFE dat zorgt voor bijna voelbare aardbevingen en explosies die de stoel van de toeschouwer doen trillen. Deze "voelbare" geluidseffecten zijn allemaal laagfrequent tot superlaagfrequent. Het is dus niet noodzakelijk de Y-kanalen een volledige Hifibandbreedte mee te geven.

Bekende surround sound conventies zijn 5.1, 6.1 en 7.1. In figuur 5/9.3-1 is de luidsprekeropstelling bij de tot nu toe meest gebruikte 5.1 conventie voorgesteld. Achter het projectiedoek hangen drie luidsprekers die door de volle-bandbreedte kanalen Links, Midden en Rechts worden aangedreven. Ergens achter het doek staat bovendien de subwoofer die door het smalle-bandbreedte kanaal wordt gestuurd. De muren van de zaal zijn voorzien van een heleboel kleine luidsprekertjes, die door de volle-bandbreedte kanalen Surround Links en Surround Rechts van signaal worden voorzien. De splitsing van de twee surround sound kanalen in vele kleine luidsprekers heeft alles te maken met de acoustisch vervelende eigenschappen van een bioscoopzaal. Zou men deze twee kanalen uitsturen over slechts één speaker per kanaal, dan zou maar een heel klein deel van het publiek het surround sound effect optimaal ervaren.

Sweet spot

Wij schreven al dat het bijzonder moeilijk is de échte surround sound ervaring naar alle stoelen van een bioscoopzaal over te brengen. Dat heeft geleid tot het invoeren van het begrip "sweet spot".

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties



Figuur 5/9.3-1: De typische opstelling van de luidsprekers in een 5.1 configuratie.

Dat is het gebied in een zaal of in de woonkamer, waar de surround sound beleving tot haar recht komt zoals de makers het bedoeld hebben.
Het opvoeren van het aantal kanalen van een surround sound systeem (er zijn systemen op de markt die acht kanalen leveren) heeft niet zozeer te maken met het opvoeren van de sensatie, maar alles met het vergroten van de afmetingen van de sweet spot. Het streven is dat de plaats in de bioscoop geen invloed heeft op het geluidsbeeld.

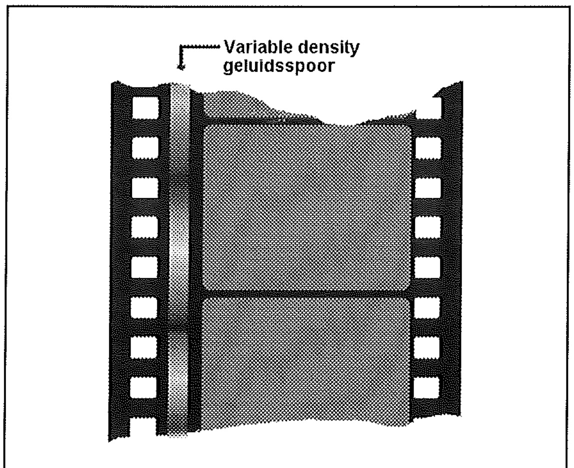
Geluidsregistratie bij film

Inleiding
Een verhaal over surround sound kan in feite niet zonder eerst wat achtergrondinformatie te geven over de manier waarop geluid werd en wordt vastgelegd op het medium film. Digitale datadragers voor het afspelen van bioscoopfilms zijn een ontwikkeling van de laatste jaren. Hoewel binnen een paar jaar iedere bioscoopfilm op DVD zal worden aangeleverd en in de bioscoop met speciale

grootbeeld projectoren zal worden geprojecteerd op het scherm, wordt nu toch nog in de meeste gevallen gebruik gemaakt van rolfilm, ook filmstrip genoemd.
Voor het weergeven van de vierentwintig beeldjes per seconde van een film wordt dus gebruik gemaakt van filmstrip, 35 mm of 70 mm breed en aan weerszijden voorzien van tandjes die voor het transport zorgen, de zogenaamde sprockets. Alle beeldjes, ook frames genaamd, staan keurig onder elkaar op deze filmstrip en het transportmechanisme zorgt ervoor dat die beeldjes een na een in het projectiesysteem worden getrokken en daar worden belicht door een lamp. Via het lenzensysteem belandt het beeld op het witte doek.
Het geluid dat bij de film hoort moet op de een of andere manier op die filmstrip worden opgenomen. Dit noemt men "sound-on-film". Weliswaar bestaan er ook systemen waarbij het geluid op een afzonderlijke datadrager ter beschikking staat, die synchroon met de film wordt afgespeeld, maar deze systemen zijn in de minderheid.
Het datakanaal of de datakanalen waarop het geluid wordt geregistreerd noemt men de "audiosporen". De allereerste systemen werkten natuurlijk analoog en optisch of magnetisch. Later ontwikkelde men technieken om ook digitale gegevens in de filmstrip in te branden en nadien weer uit te lezen.

Optische sound-on-film, variable density

Het principe van dit oudste registratiesysteem voor audio is voorgesteld in figuur 5/9.3-2. Het geluidsspoor bestaat uit een dunne strook film tussen een van de rijen tandjes en de beeldjes van de film. Dit spoor heeft een constante breedte, maar de grijswaarde varieert met de amplitude van het geluid. De amplitude van het geluid wordt dus gebruikt om de mate van grijsheid van het spoor te moduleren. Bij het afspelen van de film wordt een smalle bundel licht op dit spoor gefocust. Aan de achterzijde staat een lichtgevoelige cel die de hoeveelheid licht die het geluidsspoor doorlaat registreert en omzet in een spanning.

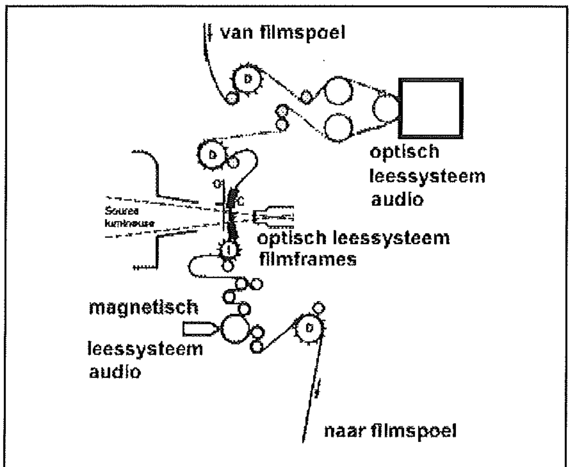


Figuur 5/9.3-2: Het principe van sound-on-film via variable density optical trace.

Nu lijkt dit gemakkelijker dan het is. Immers, de film wordt beeld-na-beeld door de optiek van de projector gevoerd, staat daar even stil, wordt belicht en dan weer verder getransporteerd. Het transport verloopt dus schoksgewijs. Voor het afspelen van het geluidsspoor kan men die schokjes missen als kiespijn. Vandaar dat de filmstrip in de projector op diverse plaatsen lusvormig los hangt. Vóór de lus wordt de film met een constante snelheid aangevoerd en kan het geluidsspoor worden uitgelezen, na de lus wordt de filmstrip beeldje-na-beeldje

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

door de optiek getrokken en kan het beeld worden geprojecteerd. De lus zorgt voor een probleemloze overgang van constante aanvoersnelheid naar beeldgewijze verwerking in het belichtingssysteem. In figuur 5/9.3-3 is het typische transportmechanisme van een filmprojector geschetst.



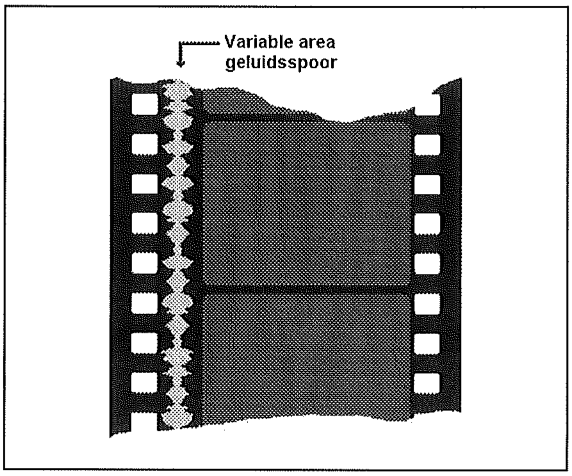
Figuur 5/9.3-3: Het mechanisme dat de filmstrip transporteert en zorgt voor het uitlezen van beeld en geluid.

Optische sound-on film, variabele area

Bij het vaiable area systeem, zie figuur 5/9.3-4, wordt niet de grijswaarde, maar de breedte van het geluidsspoor gemoduleerd. Ook nu gebeurt het uitlezen van een spoor door het spoor te belichten en de hoeveelheid doorgelaten licht in een fotogevoelige cel om te zetten in een audiospanning.

Meer dan één kanaal

Het zal duidelijk zijn dat dit systeem zich erg leent voor uitbreiding naar meer dan een kanaal. Het volstaat immers de breedte van het geluidsspoor te verkleinen om plaats te creëren voor meerdere sporen die dan parallel naast elkaar staan. In de praktijk valt dit echter tegen. Uit experimenten in de jaren vijftig bleek dat de signaal/ruis-verhouding erg slecht werd als meer dan twee kanalen optisch op de filmstrip werden gezet.



Figuur 5/9.3-4: Het principe van sound-on-film via variable area optical trace.

Toen kwam Dolby

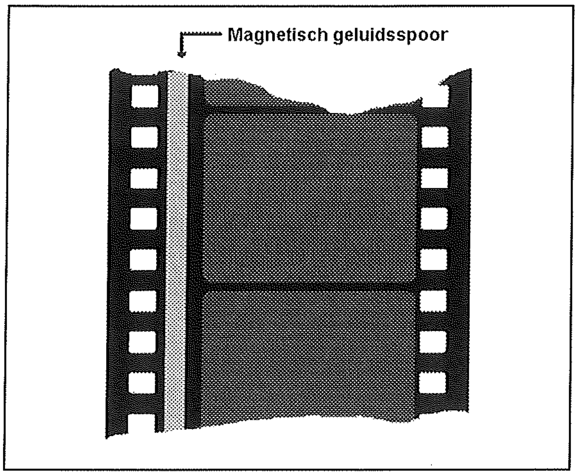
Nu is dat dé reden dat de naam Dolby zo'n belangrijk aandeel heeft gehad in de ontwikkeling van de technologie waar we het hier over hebben. Dolby had immers een grote naam opgebouwd door het ontwikkelen van een paar goed werkende ruisonderdrukkingssystemen die werden toegepast bij opname en weergave van geluid op magnetische tape. Dolby stortte zich dus met deze technologische achtergrond vol overgave op het probleem om diverse audiokanalen zo ruisvrij mogelijk op een filmstrip te zetten. Van het een kwam het ander en al snel kwam het bedrijf met eigen totaaloplossingen op de markt. Van Dolby Stereo over Dolby Pro Logic tot Dolby Digital Surround EX, het bedrijf heeft zijn onuitwisbare stempel gedrukt op de ontwikkeling van surround sound systemen

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

voor de bioscoop. Van de bioscoop naar de huiskamer was, dank zij DVD, een kleine stap. Ook in uw huiskamer is de naam Dolby niet meer weg te denken.

Magnetische sound-on-film

Bij dit systeem, voorgesteld in figuur 5/9.3-5, wordt nadat de film is ontwikkeld, tussen een rij transportgaatjes en de beeldjes een smal spoor ijzeroxide of ander ferromagnetisch materiaal op de film aangebracht. Dit spoor wordt nadien langs een opnamekop geleid, die er de audio-informatie onder de vorm van een wisselend magnetisch veld in opneemt. Dit systeem werkt dus zoals de cassetterecorder.



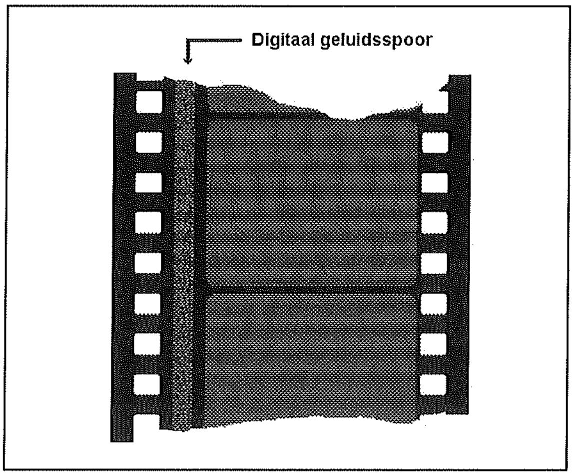
Figuur 5/9.3-5: Het principe van magnetische sound-on-film.

Uiteraard wordt bij het afspelen van de film de filmstrip met een zeer constante snelheid langs een weergavekop geleid. Ook hier zijn lussen onvermijdelijk.

Digitale sound-on-film

De twee beschreven systemen werken analoog. Toen de digitale geluidsverwerking op gang kwam werd natuurlijk naar een systeem gezocht om het geluid ook digitaal op een filmstrip te kunnen opnemen. Op zich is dat technisch geen probleem, want de "enen" en "nullen" van een digitale datastroom kunnen voorgesteld worden door zwarte of transparante puntjes op de filmstrip. Een digitaal spoor kan men op een filmstrip dan ook herkennen als een chaotisch patroon van zeer kleine zwarte puntjes en kan gevonden worden tussen de sprockets en het beeldgedeelte (toegepast bij CDS), tussen de sprockets zélf (toegepast bij Dolby Digital) of buiten de sprockets (toegepast bij SDDS).

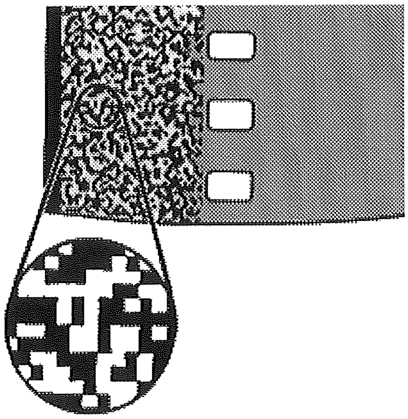
In figuur 5/9.3-6 is zo'n digitaal geluidsspoor tussen de sprockets en de frames voorgesteld, in figuur 5/9.3-7 zijn de optische digitale "bits" vergroot weergegeven.



Figuur 5/9.3-6: Het principe van digitaal sound-on-film.

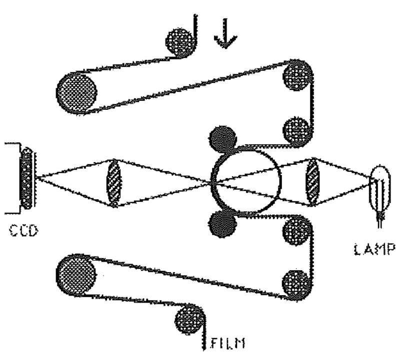
Tijdens het afspelen wordt de filmstrip door een lezer geleid, zie figuur 5/9.3-8. Daarin verlichten LED's of een lamp het digitale spoor. CCD's (charge coupled devices) met een hoge resolutie, vergelijkbaar met deze in videocamera's, lezen de stroom zwarte en transparante puntjes uit.

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties



Figuur 5/9.3-7: Vergroting van een deel van het digitale geluidsspoor.

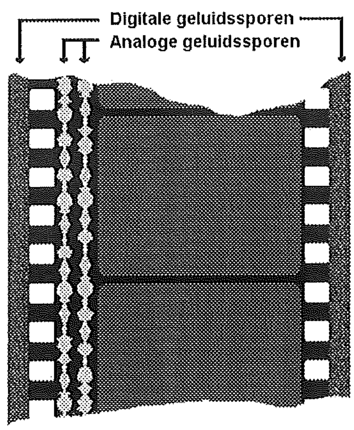
De digitale bitstroom wordt dan aan een decoder aangeboden waar verdere verwerking en foutcorrectie plaatsvindt. De data passeert nadien DAC's (digital-to-analog converters), waardoor analoge audio wordt geproduceerd die vertraagd wordt om het geluid met het geprojecteerde beeld te synchroniseren.
Vergeet niet dat er een afstandsverschil is tussen het systeem dat het beeld uitleest en het systeem dat het geluid uitleest.



Figuur 5/9.3-8: De digitale gegevens worden uitgelezen met CCD's.

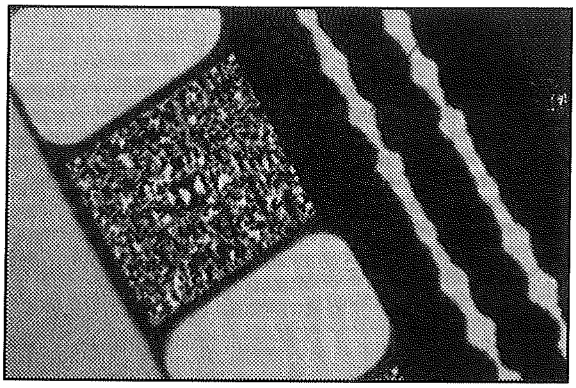
Het grootste voordeel van het digitale sound-on-film systeem is dat alle geluidsinformatie op de filmstrip te vinden is. Nadelen zijn dat de soundtrack heel erg gevoelig is voor schade en de beperkte plaats op de filmstrip een zeer grotere compressie noodzakelijk maakt, met het daaraan verbonden verlies aan kwaliteit.

Analoog en digitaal gecombineerd
Het uitlezen van een digitaal geluidsspoor stelt veel hogere eisen aan de filmprojector dan het uitlezen van een analoog geluidsspoor. Zeker in de begintijd van de digitale registratie ging er nogal eens wat mis. Bovendien zit men met het probleem van lassen in de filmstrip. Als een filmstrip scheurt, dan moet men deze weer aan elkaar plakken, in de vakwereld bekend als "lassen". Maar dat kost vrijwel steeds een paar frames die uit het beeld verdwijnen. Voor de projectie van het beeld en de weergave van analoog geluid is dat geen ramp. Het valt nauwelijks op. Valt er echter digitale informatie weg, dan kan het gehele reproductiesysteem op tilt slaan.



Figuur 5/9.3-9: Een combinatie van analoge en digitale geluidsregistratie op een filmstrip.

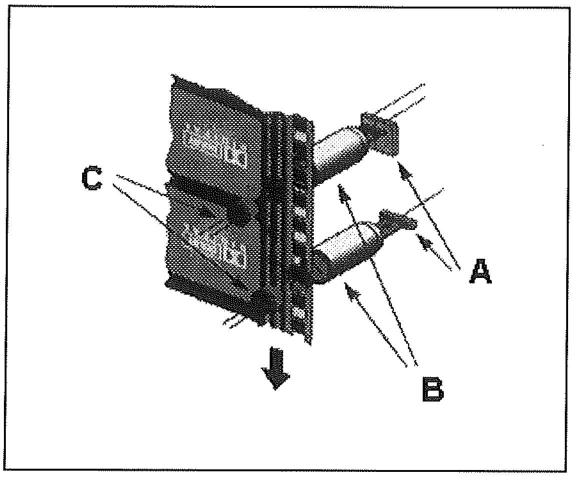
Vandaar dat er diverse systemen zijn ontwikkeld, waarbij de geluidsinformatie zowel digitaal als analoog op de filmstrip werd gezet. In figuur 5/9.3-9 is voorgesteld hoe Sony dat oplost bij haar "Sony Dynamic Digital sound"-systeem.
Bij sommige systemen, zoals Dolby, worden de digitale gegevens tussen de tandjes van de filmstrip gezet, zie figuur 5/9.3-10. Let op het kleine Dolbysymbooltje dat midden tussen de digitale gegevens is opgenomen!



Figuur 5/9.3-10: Analoog en digitaal gecombineerd volgens Dolby.

Het uitlezen van dergelijke systemen vergt natuurlijk twee leesssystemen in de projector, een voor de analoge audio en een voor de digitale audio. In figuur 5/9.3-11 is zo'n gecombineerd leessysteem voorgesteld.

Automatische omschakeling
Alle systemen die analoog en digitaal registreren beschikken over een functie die automatisch omschakelt. Uiteraard wordt steeds gestart met het uitlezen van het digitale spoor. Gaat hierbij iets fundementeels mis, waardoor de digitale foutherkenning en -correctie op tilt slaat, dan schakelt het systeem automatisch over naar het verwerken van de analoge audio-informatie. In de meeste gevallen betekent dit dat de surround sound effecten uitvallen, maar minder geluid is beter dan helemaal geen geluid.



Figuur 5/9.3-11: Het uitlezen van de analoge en digitale audio-gegevens.

Compressie van het digitale geluid
De beperkte plaats die op een filmstrip ter beschikking staat voor het registreren van het geluid confronteerde de technici met grote problemen. Immers, in de begintijd van de digitale geluidsregistratie (resulterend in de Audio-CD) werd voor het omzetten van het analoge geluid in digitale informatie uitsluitend gebruik gemaakt van lineaire PCM.
Bij lineaire PCM (pulse code modulation), zoals dus gebruikt bij Audio-CD's, worden per seconde meer dan 40.000 monsters van het analoge geluid genomen en al die monsters worden omgezet in een binair woord met een breedte van 16 bit. Het gevolg is dat er per seconde een hele grote hoeveelheid digitale data worden geproduceerd, die allemaal op de beperkte ruimte van de filmstrip moeten worden geregistreerd. Men zag snel in dat dit geen haalbare kaart was.

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

Vandaar dat allerlei technieken zijn ontwikkeld, waarbij geprobeerd wordt de hoeveelheid digitale gegevens die één seconde analoog geluid oplevert dramatisch te reduceren, zonder de kwaliteit van het geluid al te zeer aan te tasten.
Een lineaire PCM datastroom bevat heel veel overbodige informatie. Als er bijvoorbeeld een grote signaalpiek in het geluid aanwezig is, dan heeft men alle 16 bits nodig om dit monster nauwkeurig te digitaliseren. Is er even later echter alleen een kabbelend beekje te horen, dan volstaan misschien 5 bits om dit lage signaalniveau met dezelfde nauwkeurigheid te digitaliseren.
Een tweede nadeel van PCM is dat het systeem niet kijkt naar de frequentiesamenstelling van het signaal. De bandbreedte van lineaire PCM loopt recht van 20 Hz tot 20 kHz. Nu is het menselijk gehoor niet voor alle frequenties even gevoelig. Vandaar dat het niet noodzakelijk is alle frequenties met een nauwkeurigheid van 16 bit te digitaliseren.

APT-X, AC-3, ATRAC en MUSICAM

Het APT-X100 algoritme, toegepast bij DTS, gebruikt deze principes.
De AC-3 (Dolby Digital), ATRAC (SDDS) en MUSICAM (LC Concept) algoritmes gebruiken een ander kenmerk van het menselijk gehoor: geluidsmaskering. Het principe van dit verschijnsel is dat een luid geluid stillere geluiden, die zich voordoen vlak na het luide geluid, volledig maskeert. Die stille geluiden zijn dus niet hoorbaar. Hetzelfde verschijnsel doet zich voor als na een diepe bastoon opeens een zeer hoogfrequent geluid volgt. Ook dit is niet hoorbaar.
Het is dus niet noodzakelijk dergelijke verschijnselen digitaal te coderen, hetgeen uiteraard een heleboel bits scheelt.

Digitale sound-on-disk

Bij sound-on-film wordt het geluid zo goed als synchroon met het beeld opgeslagen op de filmstrip. Deze synchroniciteit heeft uiteraard grote voordelen en bovendien heeft men alle gegevens op één datadrager bij de hand. Het nadeel is echter dat men flink moet gaan snoeien in het aantal bits, met kwaliteitsverlies tot gevolg.
Om dit laatste probleem te omzeilen hebben diverse bedrijven een geheel ander systeem van geluidsregistratie ontwikkeld: sound-on-disk.
De digitale soundtrack, behandeld met een digitaal codeeralgoritme, staat los van het beeld op verschillende schijfjes. Met gebruikt twee magneto-optische disks bij het LC Concept en drie CD-ROM's bij DTS Digital Sound. Tijdens de projectie leest een tijdcodelezer, gemonteerd op de projector, het zogenaamd SMPTE time code spoor van de filmstrip. Dit spoor zorgt voor de synchronisatie tussen beeld en geluid.
Het grote voordeel van sound-on-disk is dat men geen compromissen moet sluiten wat betreft de grootte van de digitale datastroom. Men kan het geluid, gecodeerd als lineaire PCM, op de schijfjes zetten. Nadeel is natuurlijk dat er altijd iets mis kan geen met de synchronisatie tussen beeld en geluid of dat een van de schijfjes zoek is.
Vandaar dat men meestal ook nog eens sound-on-film toepast, waarbij het geluid op de filmstrip dan van mindere kwaliteit is. Maar in noodgevallen kan men dan altijd overschakelen van sound-on-disk naar sound-on-film.

Het SMPTE time code spoor

Bij sound-on-disk systemen is een absolute voorwaarde voor een storingsvrije wer-

king dat de synchronisatie tussen beeld en geluid perfect verloopt. Immers, de aandrijving van de filmprojector staat volledig los van de aandrijving van de geluidsschijfjes, geluid en beeld komen uit twee los van elkaar staande apparaten. Om die absolute synchronisatie te waarborgen heeft men diverse systemen ontwikkeld, die echter allemaal uitgaan van een synchronisatiespoor op de filmstrip. De synchronisatie werkt door aan ieder frame van de filmstrip een uniek nummer toe te kennen. Dit nummer wordt digitaal gecodeerd in het synchronisatiespoor. Dit spoor wordt met een eigen leessysteem uitgelezen. Het framenummer wordt gebruikt om het systeem dat de geluidschijfjes uitleest te synchroniseren met het beeldframe dat op een bepaald moment wordt geprojecteerd. Als om de een of andere reden de synchronisatie uitvalt, dan worden de audiogegevens op het ritme van een interne klok nog even uitgelezen. Komt het synchronisatiesignaal weer opdagen, dan wordt uiteraard de synchronisatie hersteld. Blijft echter het synchronisatiesignaal weg, dan schakelt het systeem na vijf seconde automatisch over naar het uitlezen van het geluidsspoor op de filmstrip. Op dat moment wordt het surround sound geluid natuurlijk uitgeschakeld en vervangen door "ordinaire" stereo. Maar dat is uiteraard veel acceptabeler voor het publiek in de bioscoop dan kijken naar een film waar beeld en geluid niet meer synchroon verlopen.

Disney's Fantasound

Inleiding

De door de Walt Disney Company in 1940 geproduceerde tekenfilm Fantasia zorgde op diverse fronten voor een doorbraak. De bedoeling van Disney was de populariteit van de Disney tekenfilms te gebruiken om de jeugd vertrouwd te maken met populaire klassieke muziek. Fantasia had geen verhaallijn, maar verbeelde bekende klassieke muziekstukken door middel van animatiesequenties met de beroemde Disney-karakters.
Voor het geluid werd een beroep gedaan op de bekende componist en dirigent Leopold Stokowski. Deze nam zijn orkest op met negen afzonderlijke audiokanalen, die nadien werden gemixt naar vier kanalen. Het systeem werd "Fantasound" genoemd.

De techniek

De vier geluidskanalen werden optisch geregistreerd op een eigen filmstrip, die via een speciale door RCA ontwikkelde "projector" synchroon werd afgespeeld met de filmstrip die het beeld bevatte. In de bioscoopzalen werden drie luidsprekers achter het projectiescherm geplaatst en werden langs de muren van de zaal in totaal 65 kleine luidsprekers neergezet. Deze zorgden voor het surround sound effect.

Geen succes

De voor die jaren uitgebreide technologie voor Fantasound werd in maar twee Amerikaanse theaters geïnstalleerd.
Een van de reden was de investering van $ 85.000 die bioscopen moesten opbrengen voor de vertoning van één film. Een andere oorzaak was dat de Amerikaanse regering RCA dwong te stoppen met de productie van de speciale apparatuur. Het was immers oorlog geworden en de volledige Amerikaanse elektronica industrie moest worden ingezet voor de oorlogstechnologie.

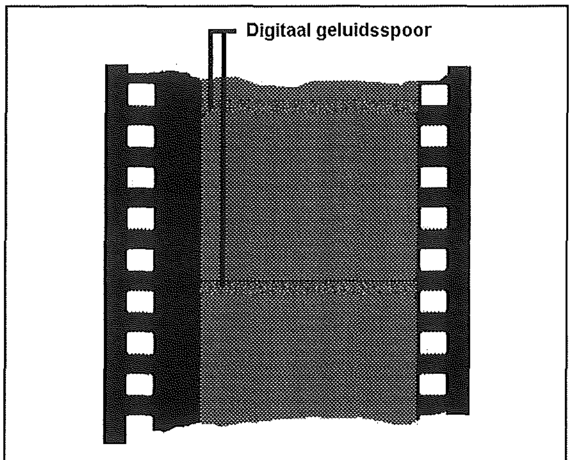
9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

De film Fantasia werd dus geen succes, integendeel het project veroorzaakte bijna de financiële ondergang van het Disney imperium. De film verdween in 1941 in het archief, maar kwam daar in 1982 weer uit te voorschijn onder de vorm van een versie waarvan het geluid was geremastered met het Dolby Stereo systeem.

Digital Fluorescent Sound

Het eerste digitale surround sound systeem

Digital Fluorescent Sound werd in 1981 ontwikkeld door de Amerikanen Peter Custer en George Bird. Ze patenteerden het systeem maar het werd nooit echt in gebruik genomen.
Digital Fluorescent Sound was een van de eerste pogingen om digitaal meerkanaals geluid aan films toe te voegen. De digitaal gecodeerde soundtrack werd tussen de frames van het beeld geplaatst, zie figuur 5/9.3-12.



Figuur 5/9.3-12: De geluidscodering bij Digital Fluorescent Sound.

Tijdens de normale projectie waren de digitale gegevens niet zichtbaar op het doek. Wanneer de filmstrip echter ook met ultraviolet licht werd beschenen, dan zond het digitale spoor een helder blauw zichtbaar licht uit dat werd opgenomen door een optische leeskop in de projector.

Zes kanalen

De verzamelde digitale gegevens werden verwerkt tot zes analoge geluidssignalen, klaar voor versterking. Deze signalen hadden weinig of geen vervorming of ruis.

Cinema Digital Sound

Inleiding

Cinema Digital Sound, afgekort tot CDS en voorzien van het logo van figuur 5/9.3-13, was het eerste digitale geluidssysteem dat commercieel beschikbaar was voor bioscopen. In de late jaren 80 bundelden Eastman Kodak Corporation en Optical Radiation Corporation hun krachten met spectaculaire resultaten.
CDS is een sound-on-film systeem voor 35 mm en 70 mm filmstrips met de digitale informatie geplaatst tussen de sprockets en het beeld, zie figuur 5/9.3-6.
CDS heeft zes discrete geluidskanalen, waarvan vijf met volledige bandbreedte (Links, Centraal, Rechts, Links en Rechts Surround) en één met een zeer beperkte bandbreedte voor speciale bioscoopeffecten met lage frequenties. Dit laatste kanaal wordt LFE genoemd, afkorting van Low Frequency Effects.
Het systeem gebruikt voor foutcorrectie en -detectie het "Reed-Solomon burst error correction"-algoritme met CRC (cyclic redundancy check) character backup. Naast het digitale audiospoor is er een standaard SMTP time code spoor

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

toegevoegd om bepaalde extra synchronisatietaken uit te voeren. Zo kan men bijvoorbeeld met een computer via het MIDI (Musical Instrument Digital Interface) randapparatuur zoals lichten en het gordijn bedienen.

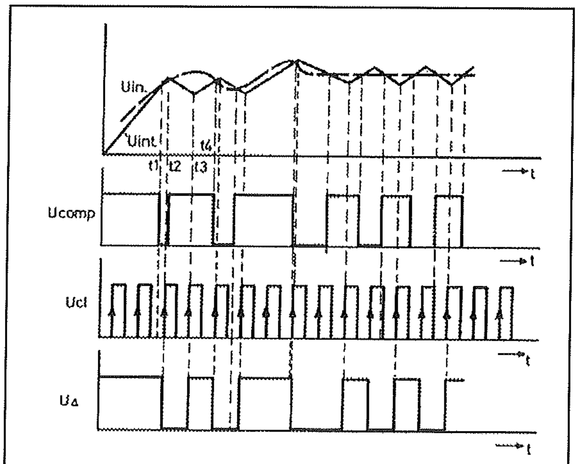
Figuur 5/9.3-13: Het logo van Cinema Digital Sound.

Discrete audio

Wij schreven zes "discrete" geluidskanalen en dat is een belangrijk begrip in het surround sound wereldje. Discreet wil zeggen dat ieder audiokanaal volledig onafhankelijk is van de overige kanalen van het systeem, van de microfoons die het opnemen tot de luidsprekers die het weergeven. Dat is niet bij alle surround sound systemen het geval. Vaak worden, om gegevens en kanalen te besparen, speciale technieken toegepast waarbij bijvoorbeeld de achterste surroundkanalen gemoduleerd worden op de linker en rechter voorkanalen. Een typisch voorbeeld hiervan is Dolby Surround Pro Logic.
Het CDS-systeem is dus heel transparant en het coderen en decoderen van de digitale gegevens gaat dan ook zonder noemenswaardige vervorming.

De techniek

CDS codeert de analoge audio in een proces genaamd delta modulatie. De delta modulator is een serieel werkende analoog naar digitaal omzetter. Een continu variërende analoge spanning wordt omgezet in een seriële pulstrein. De breedte van de pulsen is echter niet constant, maar afhankelijk van het verloop van de analoge spanning. Als deze stijgt zal de delta modulator zijn uitgangsspanning van "L" naar "H" sturen. Er ontstaat dus een stijgende flank als de ingangsspanning stijgt. Als de ingangsspanning daalt zal de uitgang van de modulator van "H" naar "L" gaan. Een dalende ingangsspanning veroorzaakt dus een dalende flank. Als de ingangsspanning constant blijft zal het uitgangssignaal van de delta modulator zeer snel omschakelen van "L" naar "H" en vice versa. Er ontstaan dan zeer smalle symmetrische pulsen, in feite dus een gewone blokgolf.
Dit proces wordt toegelicht in de grafieken van figuur 5/9.3-14.

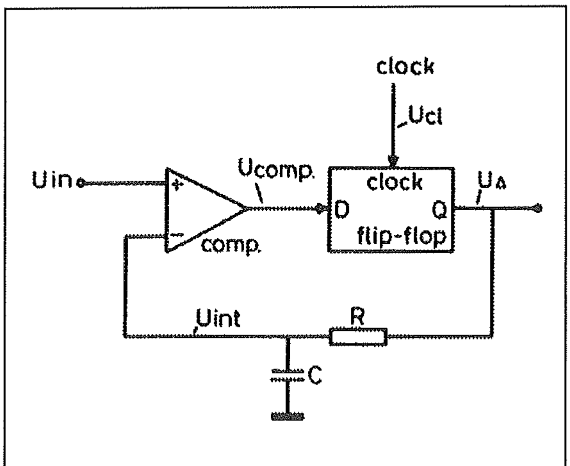


Figuur 5/9.3-14: De fundamentele werking van delta modulatie.

Een van de principiële eigenschappen van de delta modulator is dat de schakeling kan werken zonder sample-and-hold. Men kan een snel variërende analoge spanning aan de ingang leggen

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

en de uitgangsspanning van de modulator zal een pulstrein opwekken waarbij de verhouding tussen de "L"- en de "H"-pulsen de digitale vertaling is van het variërend verloop van de ingangsspanning.
De analoge ingangsspanning wordt aangeboden aan de niet-inverterende ingang van een zeer snelle comparator, zie figuur 5/9.3-15. De uitgang van deze schakeling stuurt een type D flip-flop. De clock-ingang van deze schakeling wordt gestuurd met een externe puls die de snelheid van het systeem bepaalt. De uitgang van de flip-flop stuurt een RC-integrator. De uitgangsspanning van deze integrator U_{int} stuurt de inverterende ingang van de comparator. Er wordt dus een in zichzelf teruggekoppeld systeem gevormd.



Figuur 5/9.3-15: Delta modulatie in de praktijk.

Bij het inschakelen van de voedingsspanning is de spanning over de integratorcondensator uiteraard gelijk aan nul. De ingangsspanning heeft op dit moment een bepaalde positieve waarde. De spanning op de niet-inverterende ingang van de comparator is dus groter dan deze op de inverterende ingang. De uitgang van de comparator wordt "H". Deze logische waarde verschijnt op de ingang van de flip-flop en wordt bij de eerste stijgende flank van het clock-signaal in de flip-flop geclocked. De Q-uitgang van de schakeling, tevens de uitgang U_Δ van de delta modulator wordt bijgevolg "H".
Deze hoge spanning gaat de condensator via de weerstand van de integrator opladen. De spanning op de inverterende ingang van de comparator gaat dus langzaam stijgen. Op tijdstip t1 wordt deze spanning gelijk aan de waarde van de ingangsspanning. De comparator klapt om, de uitgang wordt gelijk aan "L".
Op tijdstip t2, bij de volgende actieve flank van de clock, wordt deze nieuwe waarde van D in de flip-flop opgenomen. De uitgangsspanning van de schakeling gaat dus ook naar "L".
Het gevolg is nu dat de integratiecondensator via de weerstand gaat ontladen naar het massapotentiaal op de uitgang van de schakeling. De spanning op de inverterende ingang van de integrator daalt, met als gevolg dat deze schakeling dadelijk omklapt omdat de ingangsspanning nog steeds stijgende is en de spanning op de niet-inverterende ingang dus groter is dan de spanning op de inverterende ingang. D wordt dus weer "H".
Bij de volgende actieve flank van de clock (tijdstip t3) wordt deze waarde weer in de flip-flop ingelezen. De uitgangsspanning van de schakeling U_Δ wordt weer "H". De condensator gaat weer opladen, de spanning op de inverterende ingang van de comparator gaat stijgen.
Op deze manier zorgt de teruggekoppelde schakeling ervoor dat de spanning op

de inverterende ingang van de comparator een zo goed mogelijke benadering wordt van de ingangsspanning.
Als de ingangsspanning constant blijft (rechter gedeelte van de grafieken) zal de flip-flop op het ritme van het clocksignaal steeds omklappen en zal de spanning op de inverterende ingang van de comparator driehoekvormig schommelen rond de constante waarde van de ingangsspanning.
Aan deze laatste eigenschap dankt de schakeling haar naam. De griekse letter Δ heeft een driehoekvorm!

Het demoduleren van een delta gemoduleerd signaal

Bij het afspelen van een met CDS gecodeerde film moet het delta gemoduleerde signaal weer omgezet worden in een analoge spanning. Uit het principe van de delta modulator volgt in feite reeds hoe dat kan. De integrator R-C zet de uitgangsspanning van de delta modulator om in een analoge spanning die de analoge ingangsspanning zo goed mogelijk benadert. Het volstaat dus de gemoduleerde spanning door een identieke integrator te sturen om de spanning na te bootsen die verschijnt op de inverterende ingang van de comparator in de modulator.
Het zal duidelijk zijn dat deze eenvoudige terugwinning van een delta gemoduleerd signaal niet in geringe mate bijdraagt aan de eenvoud van het systeem!

Het grote probleem van CDS

De digitale gegevens van CDS worden opgenomen op de plaats van de standaard magnetische of optische sporen van de 70 mm of 35 mm filmstrip. Helaas houdt dit in dat CDS geen analoge audio backup heeft voor het geval dat het digitale systeem niet werkt. Dit betekent dat bioscopen twee versies van een film nodig hebben voor het geval dat er iets mis gaat met de filmstrip of de hardware. En uitval gebeurde natuurlijk, zeker in de tijd waarin CDS werd ontwikkeld. De LED- en CCD-technologie was niet op het huidige niveau en bij het uitlezen van meer dan 1 miljoen puntjes per seconde vanaf de filmstrip ging inderdaad vaak iets mis. Vooral het 35 mm systeem ondervond betrouwbaarheidsproblemen tijdens het afspelen in de bioscopen.
Het gevolg was dat het CDS-systeem snel de naam kreeg een onbetrouwbaar systeem te zijn. Dit betekende de doodsklap voor dit systeem.

Dolby betekent het commercieel einde van CDS

Dolby kondigde in februari 1991 aan dat dit bedrijf, een grote naam op het gebied van professionele audiobewerking (ruisonderdrukking!), met een eigen surround sound systeem zou komen: Dolby Stereo Digital oftewel Dolby SR-D. Distributeurs aarzelden dus nog meer met CDS-releases vanwege de afspeelproblemen en de onzekere compatibiliteit met het te verwachten systeem van het wereldberoemde Dolby. Bioscoopexploitanten aarzelden om $ 20.000 te investeren in een systeem met aanloopproblemen.
Dolby wist iedereen te overtuigen dat Dolby Stereo Digital een absoluut probleemloos systeem was en beloofde flinke kortingen op de hardware.

De zwanenzang van CSS

CDS debuteerde in juni 1990 op 70 mm film met Dick Tracy en in maart 1991 op 35 mm met The Doors. In juli 1991 werd

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

Terminator 2: Judgement Day uitgebracht op zowel 70 mm als 35 mm. Deze technisch op alle gebieden zeer innovatieve film was het hoogtepunt voor het systeem. Maar daarna werd het stil. Final Approach, uitgebracht in november 1991, was de laatste CDS-release in de bioscoop. Eastman Kodak en ORC stopten met de verdere CDS-ontwikkeling en promotie.
Ook al is het doek gevallen voor CDS, het systeem was zonder enige twijfel een pionier op het gebied van digitaal meerkanaals filmgeluid.

LC Concept

Inleiding

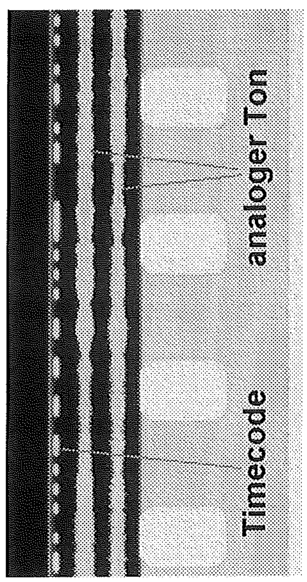
LC Concept, ontwikkeld door de Fransman Pascal Chedeville, werd voor het eerst gedemonstreerd in 1991 met de experimentele re-release van de film Cyrano de Bergerac, een film uit 1990.
LC Concept, waarvan het logo is voorgesteld in figuur 5/9.3-16, was het eerste digitale sound-on-disk systeem dat aan de professionele bioscoopmarkt werd aangeboden.

Figuur 5/9.3-16: Het logo van LC Concept.

Het geluid werd opgenomen op twee vijf inch herschrijfbare magneto-optische disks van Sony. De twee schijfjes waren in staat 600 MB aan digitale audiogegevens op te slaan, goed voor 180 minuten geluid. Het systeem was dus in staat films van maximum drie uur te voorzien van meerkanaals geluid.
Op de filmstrip werd bovendien een analoog stereo-signaal opgenomen als reservespoor voor noodsituaties.

De techniek

De geluidsmontage met vier of zes discrete kanalen was met het MUSICAM-algoritme (Masking Pattern Universal Subband Integrated Coding and Multiplexing) gecodeerd. Dit algoritme geeft een aanzienlijke compressie van gemiddeld zes op een en is een variatie op het ISO/MPEG Layer 2 (MP2) lossy coding algoritme. MPEG is een systeem dat in diverse toepassingen haar sporen had verdiend.



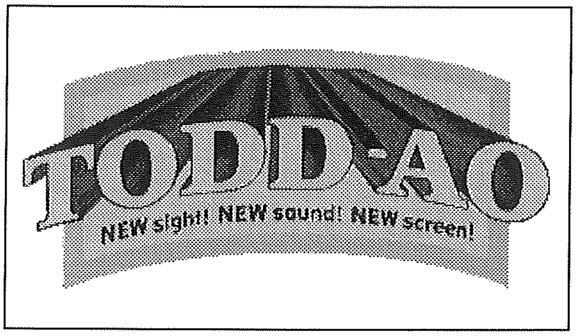
Figuur 5/9.3-17: Het standaard SMPTE timecode spoor.

Het standaard SMPTE time-code spoor, geplaatst op de kant van de film met de analoge soundtrack, zorgde voor de synchronisatie, zie figuur 5/9.3-17.
Om te vermijden dat alle instellingen telkens opnieuw moesten worden gedaan wanneer het systeem naar een andere zaal werd gebracht, konden de instellingen in de processor worden opgeslagen.

De praktijk en het snelle einde
De eerste commerciële presentatie van het systeem vond plaats einde 1991 met de release van Bis am Ende der Welt in Frankrijk. In 1994 werd het systeem aangepast voor gebruik van CD-ROM's in plaats van magneto-optische disks maar deze werden nooit commercieel gebruikt.
Het systeem had geen technische tekortkomingen (in tegenstelling tot CDS) maar het bedrijf LC Concept ging in 1994 failliet voornamelijk door een gebrek aan financiële slagkracht. Dit werd veroorzaakt doordat de grote maatschappijen het systeem niet ondersteunden in afwachting van (alweer) Dolby's in 1991 aangekondigde digitale systeem. Pascal Chedeville kreeg in 1995 een Technical Achievement Academy Award. In totaal werden zo'n twintig bioscopen in Frankrijk, Zwitserland en Franstalig België met het systeem uitgerust en werden ongeveer dertig speelfilms met een LC Concept soundtrack uitgebracht.

Todd-AO

Inleiding
Tijdens de Tweede Wereldoorlog werkte Fred Waller, hoofd special effects bij Paramount, aan de ontwikkeling van een simulator voor het trainen van soldaten die in gevechtsvliegtuigen het geschut bedienden. Na de oorlog bouwde Waller zijn systeem om tot Cinerama, waarbij beelden uit drie 35 mm projectoren naast elkaar werden geprojecteerd op een immens breed gebogen projectiescherm. De eerste film die voor dit systeem gemaakt werd, This is Cinerama, ging in 1952 in New York in première en bleef er twee jaar draaien.
Cinerama was door het gebruik van drie projectoren een ingewikkeld en duur systeem. Het werd verbeterd door Broadway producent Michael Todd, die met het naar hem en de American Optical Company vernoemde systeem Todd-AO zorgde voor "Cinerama out of one hole", vrij vertaald "breedbeeld bioscoop uit één lensgat". In Todd-AO zijn een paar van de beroemdste 70 mm films gemaakt, waaronder Oklahoma! (1955), Cleopatra (1965) en The Sound of Music (1965).
In figuur 5/9.3-18 is het logo van Todd-AO voorgesteld.

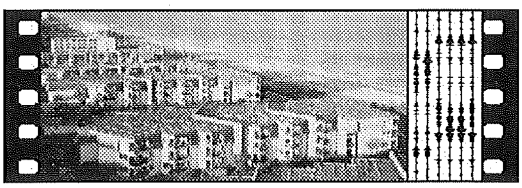


Figuur 5/9.3-18: Het logo van Todd-AO.

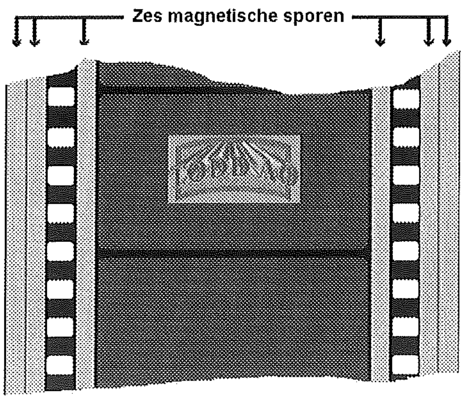
Audio met zes kanalen
Todd-AO werkte met zes discrete analoge audiokanalen. Bij de eerste films, in de jaren vijftig, werd gebruik gemaakt van sound-on-film met variabele area.

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

Om die zes geluidssporen op de filmstrip te krijgen werd gewerkt met een afwijkend beeldformaat. De filmstrip was weliswaar 70 mm breed, maar de frames van de film namen hiervan maar 55 mm in beslag. Op de overige ruimte werden de zes geluidssporen keurig naast elkaar opgenomen, zie figuur 5/9.3-19.



Figuur 5/9.3-19: Het Todd-AO systeem met zes optische sound-on-film kanalen.



Figuur 5/9.3-20: In een later stadium schakelde Todd-AO om naar magnetische geluidsregistratie.

In een later stadium werden de optische audiokanalen vervangen door zes magnetische strips, die volgens figuur 5/9.3-20 tussen de sprockets en de beeldframes en tussen de sprockets en de randen van de filmstrip waren opgenomen.

SDDS van Sony

Inleiding

Met de release in 1994 van de film Last Action Hero introduceerde Sony het "Sony Dynamic Digital Sound", afgekort tot SDDS. Uiteraard kreeg ook dit systeem een eigen logo, voorgesteld in figuur 5/9.3-21.

SDDS Sony Dynamic Digital Sound.

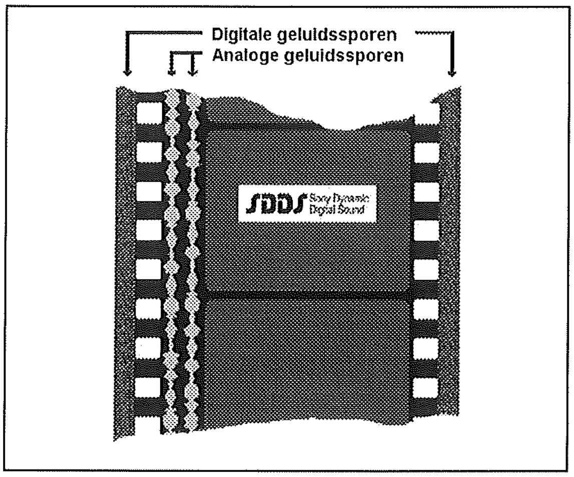
Figuur 5/9.3-21: Het logo van Sony's SDDS.

De techniek

SDDS is een digitaal sound-on-film systeem dat in staat is een soundtrack met maximaal acht discrete kanalen te reproduceren. Het digitale spoor is geplaatst buiten de transportgaten aan beide zijden van de 35 mm filmstrip, zei figuur 5/9.3-22. Een Dolby Stereo SR-compatibele analoge stereo soundtrack is beschikbaar voor het geval het digitale systeem faalt.

De SDDS soundtrack is behandeld met het ATRAC (Audio Transform Acoustic Coding) lossy encoding algoritme, oorspronkelijk ontwikkeld voor MiniDisc, dat een compressieverhouding van maximaal 5 op 1 levert. Als alle acht kanalen worden toegepast, dan is de maximale datarate gelijk aan 1.411 kbit/s.

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties



Figuur 5/9.3-22: De plaats van de digitale en analoge geluidssporen bij het SDDS-systeem van Sony.

Gevoelig voor sleet

Omdat de digitale soundtrack op de randen van de film geplaatst is, is hij heel gevoelig voor krassen en sleet. Sony zag dat probleem en heeft verschillende maatregelen getroffen om het systeem betrouwbaar te maken.

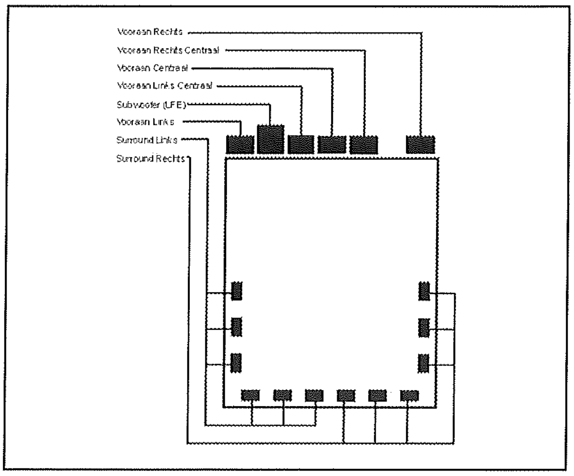
- Eerste maatregel is dat de soundtrack wordt geplaatst op de cyaan-laag van de film, die drie lagen onder het oppervlak ligt.
- Als tweede maatregel worden de digitale gegevens dubbel opgeslagen, namelijk op de linker en rechter rand van de filmstrip. Als de gegevens aan één rand zijn beschadigd, dan leest en verwerkt het systeem de gegevens van de andere rand. Tussen beide digitale datasporen wordt echter een vertraging van 17 frames ingelast. Dit zorgt ervoor dat bij een breuk (en dus een las) in de filmstrip geen gegevens verloren gaan.
- Tot slot is ATRAC uitgerust met een uitgebreide digitale foutherkenning en -correctie.

Diverse "smaken"

Zoals reeds geschreven, kan SDDS acht discrete audiosignalen verwerken. In de praktijk zijn er echter veschillende "smaken" op de markt gebracht.

SDDS 7.1

Als alle eigenschappen van het systeem worden uitgebuit, dan levert het systeem een 7.1 geluidsbeeld: zeven kanalen met volle bandbreedte en één kanaal voor LFE. De 7.1 setup heeft vijf kanalen achter het doek (Links, Links Centraal, Centraal, Rechts Centraal en Rechts), twee surround kanalen en een subwoofer kanaal. Deze opstelling is voorgesteld in figuur 5/9.3-23.



Figuur 5/9.3-23: De luidspreker opstelling bij SDDS 7.1.

SDDS 4.0

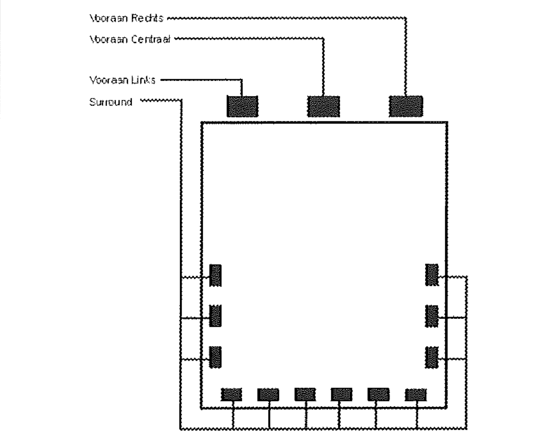
SDDS 4.0 is de versie die compatibel is met Dolby Stereo en heeft drie kanalen vooraan en één mono surround sound kanaal, zie figuur 5/9.3-24.

SDDS 5.1

De 5.1 setup is compatibel met de huidige de-facto standaard voor digitale surround sound systemen met drie kanalen

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

vooraan, twee surround kanalen en één LFE kanaal.



Figuur 5/9.3-24: De luidspreker opstelling bij SDDS 4.0.

Onderlinge compatibiliteit

Zaaluitbaters kunnen kiezen tussen de drie configuraties. Als de soundtrack een 7.1 configuratie heeft en slechts een 5.1 of een 4.0 systeem is geïnstalleerd, dan mengt de processor de twee extra kanalen (Links en Rechts Centraal) in de drie beschikbare. Wanneer een achtkanaalssysteem is geïnstalleerd maar er slechts een 5.1 of 4.0 configuratie op de film staat, dan verdeelt de processor de voorste kanalen in de beschikbare vijf.

Sonics DDP

Inleiding

Sonics is het surround sound systeem dat werd ontwikkeld door de firma IMAX. Inderdaad, de Imax van de spectaculaire filmtheaters met rondom en bolvormig beeld. Voor dit formaat werd een eigen surround sound systeem ontwikkeld, dat door het leven gaat onder de naam Sonics. Het logo is voorgesteld in figuur 5/9.3-25.

Figuur 5/9.3-25: Het logo van Sonics.

De analoge techniek

Sonics werkt met zes discrete kanalen, waarop geen compressie wordt toegepast. IMAX beweert dan ook dat de kwaliteit van Sonics onovertroffen is.
Bij de introductie van het systeem werden de zes audiokanalen analoog aangeleverd op magnetische tape met een breedte van 35 mm en een lengte van 1,5 km, die met de onvoorstelbare snelheid van 45,7 cm/s werd afgespeeld. Deze tape liep synchroon met de filmstrip. Om een en ander te synchroniseren werd geen gebruik gemaakt van een time code signaal, maar van een systeem waarbij in de filmprojector de frames werden geteld.

Sonics DDP

In een later stadium werd overgeschakeld naar een digitaal systeem, DDP genoemd. DDP is de afkorting van "Digital Disc Playback". De zes audiokanalen worden zonder enige vorm van compressie op CD-ROM's gebrand. Voor een IMAX-film van één uur zijn drie van dergelijke schijfjes noodzakelijk. De drie CD-ROM's moeten niet achter elkaar worden afgespeeld, maar gezamenlijk! Iedere CD-ROM bevat namelijk maar

9.3 Surround sound systemen en hun specificaties

twee audiokanalen. Een speciale door IMAX gefabriceerde processor zorgt voor de synchronisatie tussen de vier draaiende machines: de filmprojector en de drie loopwerken voor de CD-ROM's.

(wordt vervolgd)

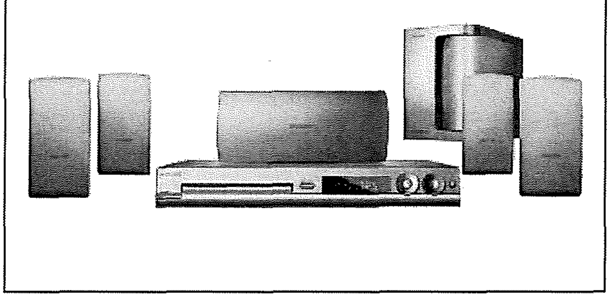
5/9.4

De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

Inleiding

Goedkoop, goedkoper, goedkoopst
Met de introductie van de DVD heeft de meerkanaalsweergave van geluid in de huiskamer een nieuwe impuls gekregen. Waren alle voorgaande systemen al bij de introductie tot mislukken gedoemd, met de surround sound die op vrijwel iedere moderne video-DVD staat is dat absoluut niet het geval. Een grote impuls is natuurlijk het feit dat surround sound versterkers tegenwoordig voor onbegrijpelijk lage prijzen worden aangeboden. Een DVD-speler, zes versterkers en zes luidsprekers zijn tegenwoordig te koop voor nog geen € 200,00. Als voorbeeld ziet u in figuur 5/9.4-1 de Philips HTS3100, die door Conrad wordt verkocht voor € 169,00. Waarlijk een bodemprijs voor een apparaat met de volgende specificaties:

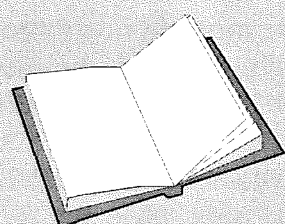
- 40 voorkeurzenders;
- Dolby Digital;
- DTS;
- Dolby ProLogic II;
- digitale klasse "D"-versterkers;
- equaliser;
- vermogen: 4 x 25 W + 2 x 50 W;
- weergave: DVD, DVD+R, DVD+RW, DVD-R, DVD-RW, SVCD, VCD, DivX, CD-R, CD-RW, MP3, WMA, JPEG;
- 1 x SCART-aansluiting;
- 1 x S-video-aansluiting;
- RGB-signaal via SCART.



Figuur 5/9.4-1: De Philips HTS3100, een zeskanaals surround sound systeem dat het uwe wordt voor slechts € 169,00!

Waar naartoe met al die luidsprekers?
Het is dus tegenwoordig voor iedereen mogelijk te genieten van surround sound. Maar... waar laat u al die luidspre-

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/9.1
Hoofdstuk 5/9.3



9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

kers? Een bioscoopzaal is nu eenmaal niet te vergelijken met uw woonkamer en de kans dat u uw luidsprekers optimaal kunt neerzetten rond uw favoriete kijk- en luisterstoel is minimaal. In dit hoofdstuk zullen wij u wat richtlijnen geven over hoe u de optimale situatie zo goed mogelijk kunt benaderen.

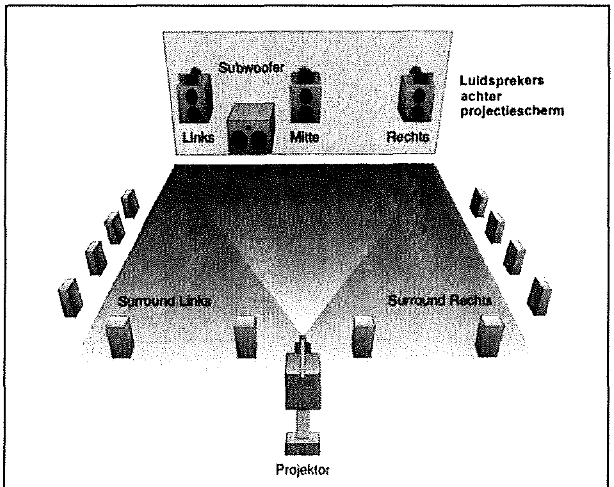
Surround sound systemen

Notatie

De diverse surround sound systemen worden steeds weergegeven met twee door een punt gescheiden cijfers, bijvoorbeeld "5.1". Het eerste cijfer geeft het aantal kanalen weer die een volledige audio-bandbreedte heeft, het tweede het aantal kanalen dat een beperkte bandbreedte heeft. "5.1" wil dus zeggen dat u de beschikking heeft over zes afzonderlijke audiokanalen en over zes luidsprekers. Eén van deze kanalen heeft een beperkte bandbreedte. In de praktijk komt dit neer op het zogenaamde "subwoofer"-kanaal, dat alleen bedoeld is voor het weergeven van de allerlaagste frequenties. Men noemt dat ook wel eens ten onrechte "subsonische frequenties": frequenties die men eerder voelt dan hoort.
Op dit moment zijn er drie surround sound formaten in omloop:
- 5.1;
- 6.1;
- 7.1.

De situatie in de bioscoop

U heeft, afhankelijk van het bedrag dat u heeft besteed aan de aanschaf van een surround sound systeem, zes, zeven of zelfs acht speakers in even zoveel mooie doosjes. Hoe nu de situatie in een bioscoop zo goed mogelijk nabootsen zonder in zwaar conflict te komen met uw huisgenoten? Het is belangrijk dat we eerst even de situatie in de moderne bioscoop schetsen. In figuur 5/9.4-2 is deze voorgesteld. Achter het projectiescherm staan vier luidsprekers, die de drie frontkanalen en het subwooferkanaal voor hun rekening nemen. Achter in de zaal hangt een aantal luidsprekers links en rechts, die het van achteren komend geluid voor hun rekening nemen. Links en rechts hangen twee batterijen luidsprekers, die verantwoordelijk zijn voor de weergave van het linker en rechter geluid.
Het zal wel zonder meer duidelijk zijn dat u deze situatie nooit ofte nummer in de huiskamer kunt benaderen.



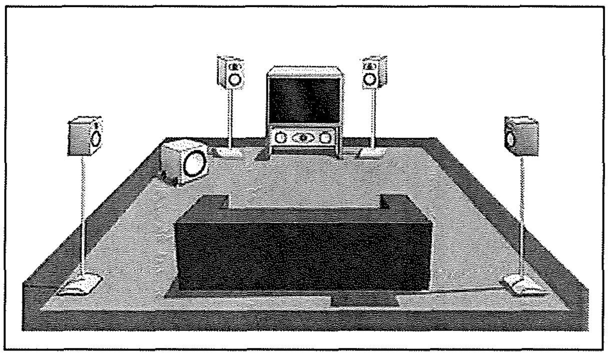
Figuur 5/9.4-2: De luidsprekeropstelling van een 7.1 systeem in een moderne bioscoop.

Het 5.1 formaat in de huiskamer

Het 5.1 formaat komt het meeste voor op video-DVD's. De goedkopere surround sound versterkers ondersteunen alleen dit formaat. Het audiomateriaal is op de DVD opgenomen als Dolby Digital 5.1 en/of Digital Theatre Sound (DTS) 5.1.

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

Beide systemen zijn bedoeld voor weergave over vijf hoofdkanalen en één subwooferkanaal. Deze digitale geluidssystemen staan garant voor een schitterend dynamisch bereik en volledig gescheiden kanalen. Een 5.1-opstelling bestaat uit vijf breedband luidsprekers: twee voor de voorkanalen, twee voor de achterkanalen en één voor het middenkanaal. Daarbij komt dan nog een subwoofer. Een typische opstelling voor een 5.1 configuratie is weergegeven in figuur 5/9.4-3.

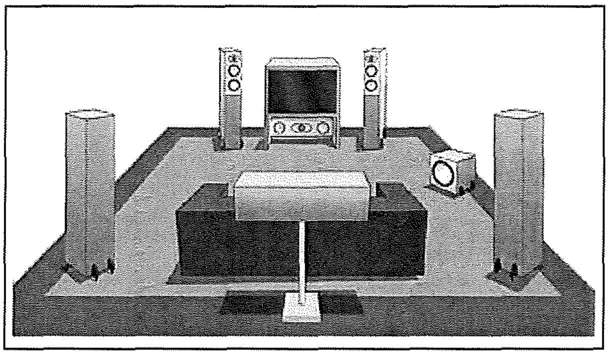


Figuur 5/9.4-3: De opstelling van de zes luidsprekers in een 5.1-systeem.

De centerspeaker die het middenkanaal voor zijn rekening neemt, moet u in feite onder uw TV of beeldscherm plaatsen. Als dat niet kan, dan kunt u de twee in uw beeldscherm ingebouwde luidsprekers via de "audio-in" connectoren van uw TV met de centeruitgang van uw surround sound versterker verbinden. De plaats van de subwoofer is gelukkig niet kritisch. Het menselijke gehoor heeft namelijk voor deze zeer lage frequenties met hun zeer lange golflengte absoluut geen richtingsgevoeligheid meer.

Het 6.1 formaat in de huiskamer

Dit systeem is een verdere ontwikkeling van de 5.1-opstelling. U krijgt nu ook achter de beschikking over een middenkanaal, zodat er een systeem met zes breedband kanalen ontstaat: twee voor, twee achter, één middenvoor en één middenachter, plus uiteraard de subwoofer. Het geluid voor middenachter zit verpakt in het signaal voor links- en rechtsachter. Dit geeft een beter geluid rondom, zodat er geen gaten vallen bij geluiden die van de ene naar de andere kant overlopen. Het geluid springt dus niet ineens van de ene naar de andere luidspreker. Het 6.1 formaat bestaat in twee "smaken", namelijk Dolby Digital EX 6.1 en DTS ES 6.1. De optimale opstelling van de luidsprekers is weergegeven in figuur 5/9.4-4.

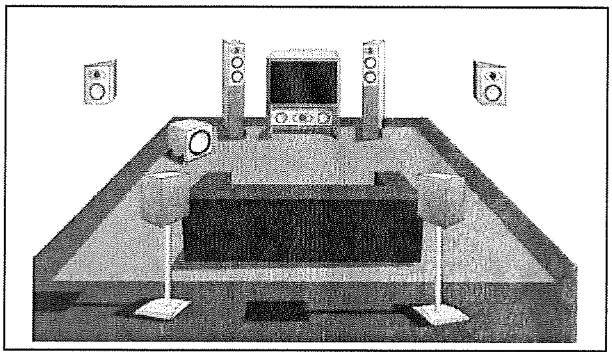


Figuur 5/9.4-4: De optimale luidsprekeropstelling bij het 6.1 formaat.

Het 7.1 formaat in de huiskamer

Bij het 7.1 formaat wordt uw woonkamer verrijkt met niet minder dan acht luidsprekers! Er komt dus weer een extra kanaal bij, zodat u dichter in de buurt komt van de fysieke opstelling van een bioscoop. Bij 7.1 zijn er aparte kanalen voor links-, midden- en rechtsvoor, kanalen voor surroundlinks en surroundrechts (aan de zijkant) en kanalen voor links- en rechtsachter (vaak aangegeven met "rear" op het onoverzichtelijk connectorblokje op de achterzijde van uw versterker). Daarbij komt dan uiteraard nog de onontbeerlijke subwoofer. Dit extra

kanaal maakt het nog gemakkelijker om een breder en dichter geluidsveld te creëren dat u helemaal omringt. In figuur 5/9.4-5 is de ideale huiskameropstelling van de acht speakers voorgesteld.



Figuur 5/9.4-5: De luidsprekeropstelling bij het 7.1 formaat.

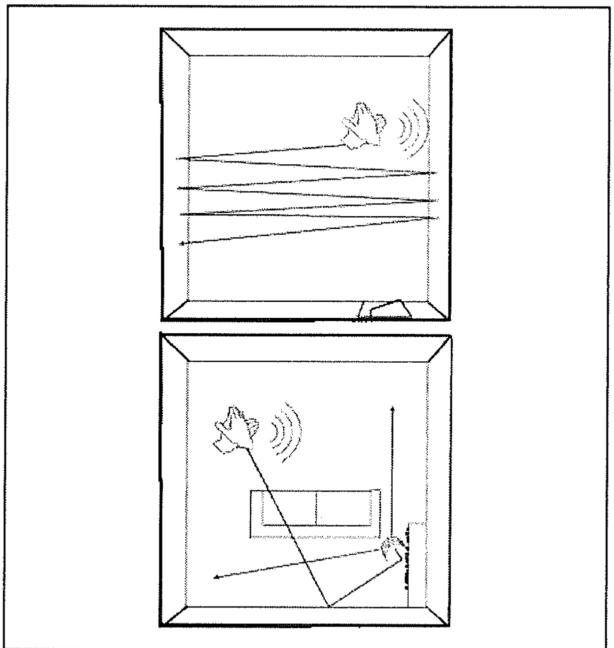
Tunen van uw luidsprekers

Inleiding

In de drie voorafgaande figuren hebben wij de meest ideale plaats van uw luidsprekers geschetst. Maar over de plaatsing van uw speakers valt toch heel wat meer te melden, laten we dit met een modewoord maar "het tunen van uw systeem" noemen.

Akoestiek

Uw huiskamer heeft vást niet dezelfde akoestische eigenschappen als een bioscoopzaal. Die afwijkende akoestische eigenschappen zorgen op zich al voor een geluid dat niet klinkt zoals in de bioscoop. Een belangrijk punt is reflectie. In de bioscoop doet men er alles aan om geluidsreflectie zo klein mogelijk te maken. De wanden worden bekleed met een geluidsabsorberend materiaal en de grote hoeveelheid stoelen met stoffering zorgt ook voor een goede absorbtie van het geluid. Wat we bedoelen wordt duidelijk aan de hand van figuur 5/9.4-6. Als u in een volledig kale kamer in uw handen klapt (bovenste figuur) dan hoort u zeer duidelijk een nagalm. Dit wordt veroorzaakt door de reflectie van de geluidsgolven tegen de harde, kale muren.



Figuur 5/9.4-6: Vermijd zoveel mogelijk dat de door uw boxen uitgestraalde geluidsgolven "hard" kunnen terugkaatsen tegen muren of andere harde, gladde objecten.

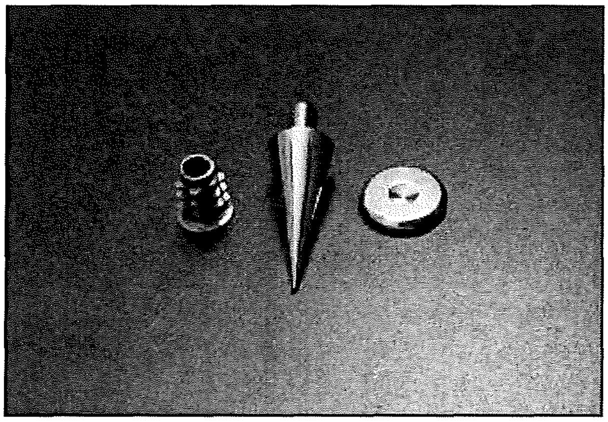
De geluidsgolven kaatsen heen en weer voordat zij uitsterven. Dit veroorzaakt niet alleen nagalm, maar kan ook staande golven en uitdovende golven veroorzaken. In het eerste geval versterken de golven elkaar, in het tweede geval verzwakken de golven elkaar. Het resultaat van beide verschijnselen is dat een zeer

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

onnatuurlijk geluidsbeeld ontstaat. Het komt er dus op aan uw kamer zoveel mogelijk aan te kleden, zodat de geluidsgolven niet hard terugkaatsen, maar diffuus verspreid worden in de ruimte (onderste figuur). Het dicht schuiven van gordijnen, iets anders plaatsen van een bank of een paar potplanten neerzetten op strategische plaatsen kan de akoestiek van uw woonkamer aanzienlijk verbeteren.

Spikes

Onder de meeste speakerboxen en standaarden voor de front- en rearspeakers kunt u spikes plaatsen. Dit zijn, zie figuur 5/9.4-7, scherpe metalen pootjes die u via een inslagmoer in de onderkant van uw boxen kunt bevestigen.

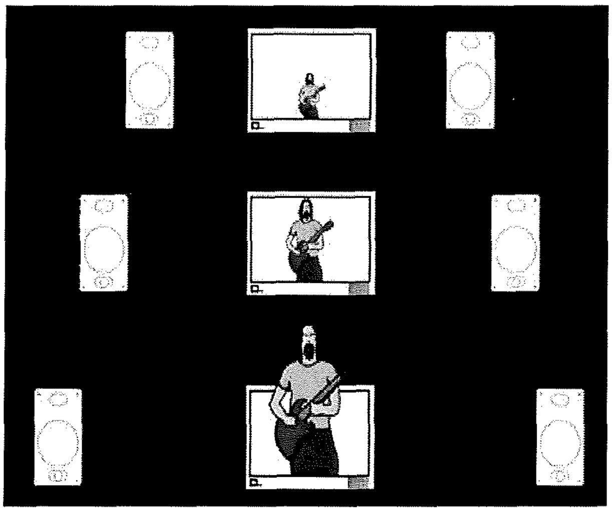


Figuur 5/9.4-7: Met dergelijke "spikes" zorgt u ervoor dat uw boxen de trillingen van de bassen niet overdragen op de vloer.

Deze spikes zorgen ervoor dat de bassen niet via de grond in contact komen met het meubilair in de kamer. Dit kan voor resonantie zorgen, een verschijnsel dat zich uit onder de vorm van trillende glazen en kasten. Deze spikes zorgen er ook voor dat de speaker vast op de grond staat. Spikes worden gebruik bij een ondergrond van tapijt. De scherpe kant moet wel door het tapijt prikken. Bij een houten vloer mag u de spikes natuurlijk niet in de vloer "prikken", want dan zullen de spikes volledig hun effect missen. Als u een stenen ondergrond heeft, kunnen speciale rubberen pootjes bevestigd worden die hetzelfde effect hebben.

Afstand tussen uw frontspeakers en uw scherm

U plaatst de linker en rechter frontspeaker natuurlijk links en rechts van uw beeldscherm. Het beste is een afstand tussen 0,5 meter en 1 meter. Let er op dat wanneer de speakers niet magnetisch afgeschermd zijn er verkleuringen op het scherm van een beeldbuis kunnen ontstaan als u de speakers dichter dan een halve meter bij uw TV zet. Moderne LCD- en plasmaschermen hebben geen last van dit verschijnsel.



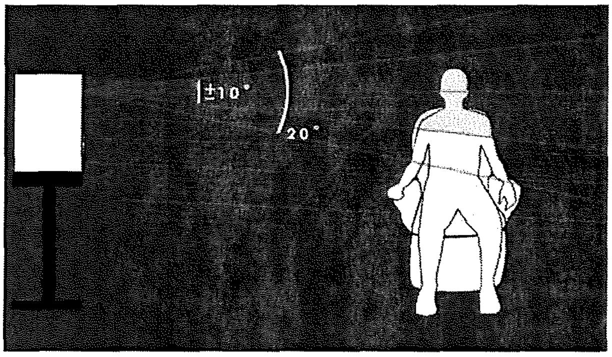
Figuur 5/9.4-8: Zet uw linker en rechter boxen niet te dicht of te ver van uw scherm: als u de afstand te klein of te groot maakt, dan is er geen zintuigelijk verband meer tussen de grootte van uw luisterruimte en de grootte van het waargenomen beeld.

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

De afstand tussen uw frontspeakers en uw beeldscherm is bepalend voor de "beeldgrootte van het geluid". Dit wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 5/9.4-8. Als uw luidsprekers te dicht of te ver van het scherm staan zal het geluidsbeeld niet meer overeenkomen met het optische beeld.

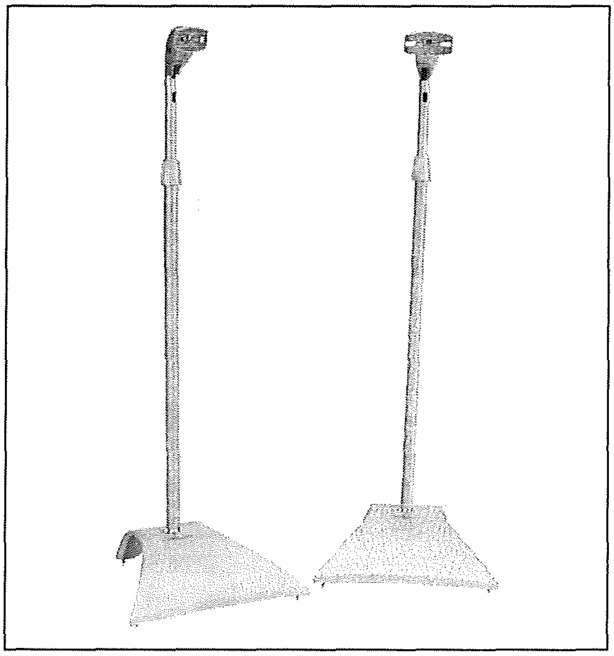
Statieven voor uw front- en rearspeakers

De tweeters in uw boxen zijn de kleine luidsprekertjes die verantwoordelijk zijn voor het reproduceren van de hoge tonen uit het geluid. Deze tweeters hebben een zeer kleine uitstralingshoek van maximaal 20 graden. U moet dus uw boxen zó opstellen, dat de tweeters op oorhoogte staan als u zit, zie figuur 5/9.4-9. Alleen dán ervaart u het hoog in het geluid op de juiste sterkte. Als de tweeters veel te laag of veel te hoog staan, zullen de hoge tonen te zwak klinken.



Figuur 5/9.4-9: De tweeters in uw luidsprekerboxen moeten op oorhoogte staan.

In de meeste gevallen zal dit betekenen dat u luidsprekerstatieven moet aanschaffen. Er zijn maar weinig combisets waar deze vrijwel onmisbare attributen standaard worden bijgeleverd. Logisch, want die dingen kosten in de meeste gevallen meer dan de luidsprekers! Er is helaas niet veel keuze, de kans is groot dat u terecht komt bij de in figuur 5/9.4-10 voorgestelde VLS120S van Vogels. Deze stevige statieven kosten € 80,00 per paar, wegen zélf 7,6 kg en kunnen boxen tot 3 kg dragen. De luidsprekerkabel kunt u via de centrale buis doorvoeren. Handig is dat u de hoogte van het statief kunt instellen tussen 77 cm en 132 cm. Er zijn goedkopere statieven op de markt die deze voorziening niet hebben, maar het zal duidelijk zijn dat u daar erg weinig aan heeft. Het zou al toevallig zijn als de vaste hoogte voldoet aan figuur 5/9.4-9.



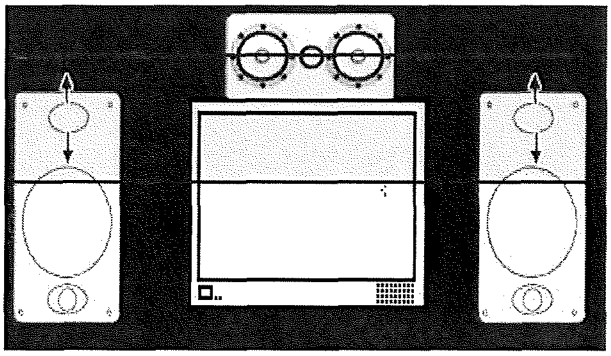
Figuur 5/9.4-10: Het luidsprekerstatief VLS-120S van Vogels.

Ook nu is het ideale niet haalbaar...

In de vorige paragraaf hebben wij u uitgelegd waarom u de tweeters op oorhoogte moet opstellen. Prachtig, maar er is een ander verschijnsel dat deze optimale instelling in de weg kan staan. Dat heeft te maken met de plaats waar u uw centerspeaker kunt opstellen. Vaak

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

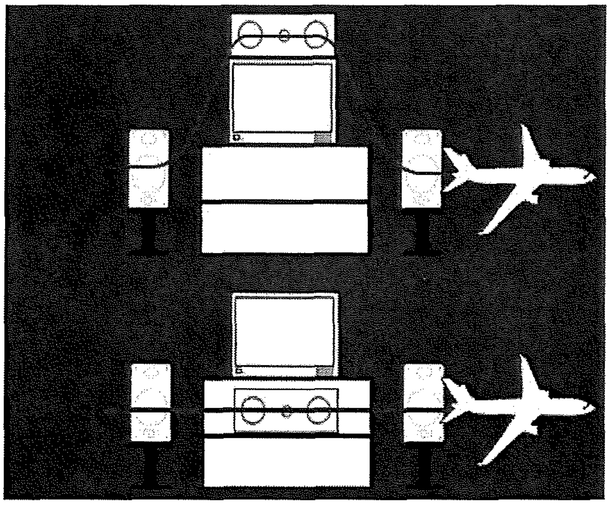
wordt deze onder het beeldscherm gezet, maar dat is alles behalve ideaal vanwege het feit dat de tweeter(s) dan veel te laag staat om de hoge tonen optimaal te beluisteren. Een betere plaats is boven uw beeldscherm, zie figuur 5/9.4-11. Toegegeven, het ziet er niet écht uit, maar u moet wat over hebben voor optimaal geluid.



Figuur 5/9.4-11: De beste plaats van uw centerspeaker is op de kast van uw TV.

Bij de getekende opstelling is het van groot belang dat de tweeters in uw linker-, rechter- en frontspeakers ongeveer op dezelfde hoogte staan. Als er veel hoogteverschil is, dan ontstaat een verschijnsel dat in figuur 5/9.4-12 overdreven is voorgesteld. Als een vliegtuig van links naar rechts door uw kamer vliegt zal, als er een groot hoogteverschil tussen de speakers is, een vreemd ruimtelijk effect ontstaan.
U zult dus een compromis moeten zoeken tussen de eis dat alle tweeters op oorhoogte moeten staan en de eis dat alle tweeters ongeveer op dezelfde hoogte moeten staan.

Beïnvloeden van de basweergave van uw frontspeakers
In de duurdere surround sound versterkers heeft u de mogelijkheid de frequentieweergave van uw speakers individueel in te stellen. Goedkope systemen hebben deze optie niet.

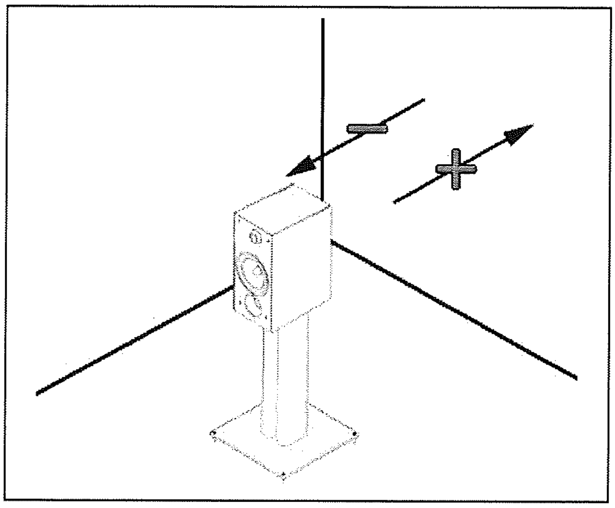


Figuur 5/9.4-12: Een tweede eis is dat de tweeters in alle frontspeakers op ongeveer dezelfde hoogte staan.

De meeste speakerboxen werken met een basreflexpoort, die u aantreft op de achterzijde van de luidsprekerbehuizing. U kunt de weergave van de lage tonen bij dergelijke boxen wat beïnvloeden door de boxen dichter of verder van de muur te zetten, zie figuur 5/9.4-13. Als u de boxen dicht tegen de muur zet, dan zullen de lagen tonen merkbaar versterkt worden. Hoe verder u de boxen van de muur zet, hoe minder de basreflexpoort de lage tonen zal versterken.

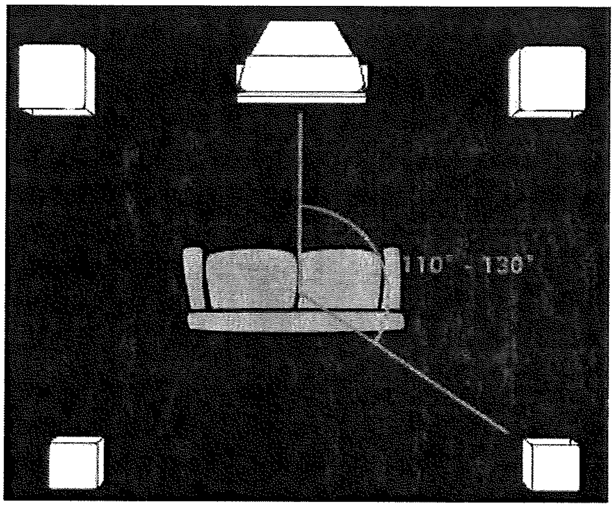
Plaatsen van de rearspeakers
Eerst maar eens een groot misverstand uit de wereld helpen. De luidsprekers **ACHTER** uw stoel heten niet voor niets **REAR**speakers! Dat betekent dus dat ze niet **NAAST** uw bank moeten staan, maar écht **ACHTER** uw zitplaats! Toegegeven, in heel wat huiskamers zal deze ideale positie niet te realiseren zijn.

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen



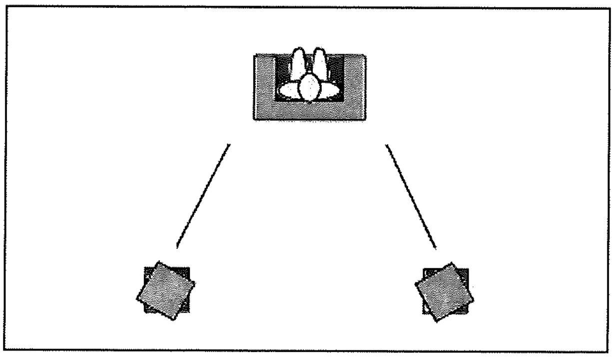
Figuur 5/9.4-13: Door de afstand tussen de muur en een basreflex box te variëren kunt u de weergave van de lage tonen beïnvloeden.

Vanwege de kleine huiskamers in de moderne Nederlandse woningen staat de bank, waarop de familie naar de TV kijkt, immers vaak tegen de muur van de kamer. Er is dan simpelweg geen plaats om de rearspeakers ook écht achter de kijkpositie te plaatsen en dus plaatst u deze luidsprekers, noodgedwongen, naast de bank. Als het surround sound effect in uw woonkamer niet klinkt zoals in de bioscoop, dan is de niet ideale positie van de rearspeakers daar meestal schuld aan.
Als uw luisterruimte groot genoeg is om de rearspeakers ook echt achter de luisterpositie te zetten geldt de opstelling van figuur 5/9.4-14 als richtlijn. Er bestaat geen universele regel voor de hoek die de luidsprekers achter u moeten hebben ten opzichte van uw scherm en uw luisterpositie. Maar bij de meeste opnames gebruikt men een hoek tussen de 110° en 130°.
Als u luistert naar 6.1 (Dolby EX of DTS ES), plaats dan uw rearspeakers wél naast u, in plaats van achter u. De zogenaamde back-rear speaker moet dan recht achter u staan.



Figuur 5/9.4-14: De opstelling van de rearspeakers als u plaats genoeg heeft.

Als u gebruikt maakt van een 5.1 opstelling is het aan te raden de speakers achter u naar het midden van de luisterpositie te keren, zie figuur 5/9.4-15.



Figuur 5/9.4-15: Bij het 5.1 formaat moet u de rearspeakers verdraaien in de richting van de luisterpositie.

Uiteraard geldt voor de hoogte van de rearspeakers hetzelfde als voor de frontspeakers, dus opstelling op oorhoogte, maar dit is niet altijd mogelijk. Probeer

in ieder geval uw speaker niet hoger dan 60 cm boven oorhoogte te plaatsen.

De subwoofer

Inleiding

Veel luisteraars naar surround sound films zetten het volume van de subwoofer veel te hoog. Toegegeven, het is een sensationele gewaarwording, maar het gebulder heeft weinig te maken met een zo natuurgetrouwe reproductie van het opgenomen geluid. Het laag van een subwoofer kan heel wat subtieler zijn, door het produceren van krachtige subsonische frequenties met weinig bijeffecten. Subwoofers zijn enorm veelzijdig en in staat enorme stoten laagfrequent energie af te geven, maar dat vereist wel kwalitatief hoogwaardige luidsprekers en behuizingen en een goede instelling van de karakteristieken van het subwoofer kanaal van uw surround sound versterker.

De subwoofer bij goedkope systemen

In de inleiding hebben wij u kennis laten maken met een zeer goedkoop surround sound systeem van Philips. Daar wordt een "subwoofer" bijgeleverd, maar u kunt er zonder meer van uitgaan dat de kwaliteit daarvan niet voldoet. Een goede subwoofer met behuizing kost immers meer dan die € 169,00 die dát systeem compleet kost. Aan subwoofers en hun behuizing worden immers nogal wat eisen gesteld!

Speciale subwoofer luidsprekers

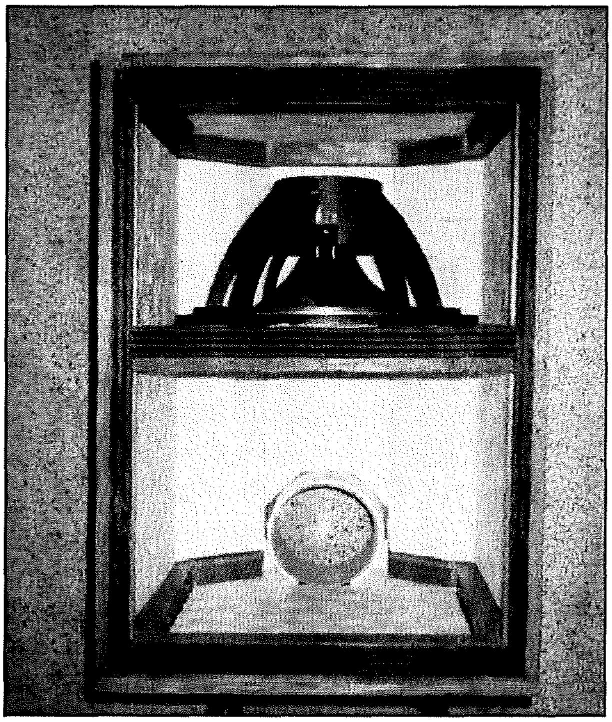
Om echt subsonisch laag te reproduceren is een totaal ander soort luidspreker nodig, normale luidsprekers kunnen dat gewoonweg niet. Subwoofer luidsprekers zorgen voor een geweldig hoge druk in de kast en zowel de luidspreker als de kast dienen daarom als een soort van tank gebouwd te zijn om tegen een dergelijke belasting bestand te zijn. Elk zwak punt tast de geluidskwaliteit aan en het realisme gaat er door verloren.

Een goede subwoofer luidspreker wordt gekenmerkt door de onderstaande specificaties:

- Overgedimensioneerde magneten
  Net als een grote motor in een kleine auto, maakt een grote magneet de luidsprekerweergave levendiger en efficiënter. Door extra magnetische kracht toe te voegen verkrijgt u meer controle over het geluid, krijgt u een snellere reactie op geluidspieken en heeft de speaker een betere transiënt response.
- Conusconstructie
  De grote interne drukopbouw bij een subwoofer brengt voortdurend het risico met zich mee dat de conus van de woofer wordt vervormd. In dat geval wordt het laag vaag en traag. Goede subwoofers maken gebruik van verschillende soorten materialen en verstevigende harsen om de conus zo stijf mogelijk te maken. Goede subwoofers maken gebruik van een paddenstoelconstructie, die werkt als een ringvormige gordel, waarmee de algehele stijfheid van de conus wordt vergroot en het dynamisch gedrag wordt verbeterd.
- Conusophanging
  De ophanging van de conus aan het luidsprekerchassis bestaat uit een ronde rand aan de voorzijde, stijf genoeg om omslaan onder de druk binnen in de kast te weerstaan. Deze speciaal gevormde rand zorgt ervoor dat de spoel en de magneet zich over de gehele

slag concentrisch kunnen bewegen. De weerstand die ze vormen is zo gekozen dat deze aan de uiteinde van de toegelaten slag progressief toeneemt. Op deze manier is de geluidskwaliteit aanzienlijk beter dan wanneer de conus aan het einde van de slag plotseling tot stilstand wordt gebracht. De eenheden in de topmodellen hebben een dubbele ophanging aan de achterzijde die het gedrag bij zeer hoog volume drastisch verbetert.

- Ventilatie
  In goede systemen worden honderden watt's in de subwoofer gepompt. Goede subwoofers hebben een zeer open constructie voor betere koeling en er is tevens uitgebreide ventilatie mogelijk tussen de verschillende interne ruimten achter de conus en in de magneet. De daardoor vrije luchtstroom aan de achterzijde van de luidsprekereenheid biedt twee voordelen. In de eerste plaats wordt de beweging van de conus minder belemmerd. Ten tweede treden er minder bijgeluiden op van lucht die zich door kleine openingen perst.
- Kast
  Subwoofer kasten bezitten uitgebreide verstevigingen en zeer dikke wanden om een inert geheel te krijgen. Zo worden bijgeluiden voorkomen en bent u ervan verzekerd dat alleen de beweging van de conus geluid produceert. Bij de meeste modellen zorgt een afzonderlijke, verzegelde versterkerruimte dat de luchtdruk in de kast geen invloed kan hebben op de delicate versterker elektronica. In figuur 5/9.4-16 ziet u bijvoorbeeld een subwoofer in een zogenaamde bandpass behuizing. Let op de dikte van het toegepaste plaatmateriaal!



Figuur 5/9.4-16: Een foto van een subwooferbehuizing, samengesteld uit zeer dikke houten multiplex platen.

Behuizingen van subwoofers

Subwoofers kunt u in drie soorten behuizingen inbouwen:

- gesloten behuizing;
- basreflex behuizing;
- bandpass behuizing.

De gesloten behuizing

De meest eenvoudige vorm van kastmontage is de volledig gesloten box, zie figuur 5/9.4-17. Ondanks deze eenvoud is de laagweergave vaak heel erg goed en strak.

De voordelen van de gesloten behuizing:

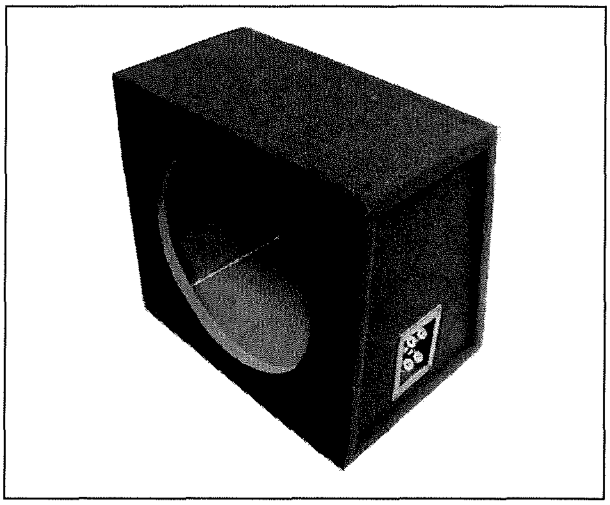
- compacte kast;
- geleidelijke afval in het laag (12 dB per octaaf);
- zwaar belastbaar;
- uitstekende transiëntweergave;
- eenvoudige kastconstructie;

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

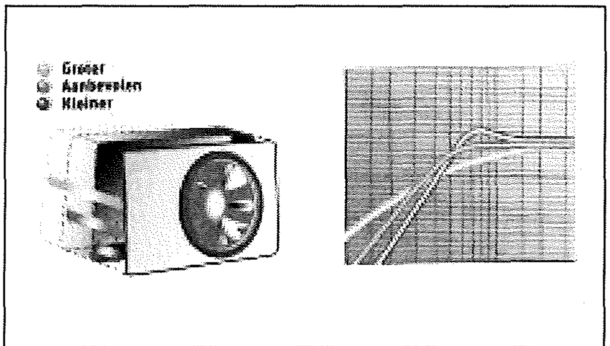
- minder kritisch voor ontwerp- en constructiefouten.

De nadelen zijn:
- niet erg efficiënt;
- lagere belastbaarheid en hogere vervorming in het hogere basbereik.

In figuur 5/9.4-18 hebben wij de invloed van de kastafmetingen op de weergavekarakteristiek samengevat.



Figuur 5/9.4-17: Een voorbeeld van een gesloten behuizing voor uw subwoofer.



Figuur 5/9.4-18: Invloed van de kastafmetingen op de weergave bij een volledig gesloten kast..

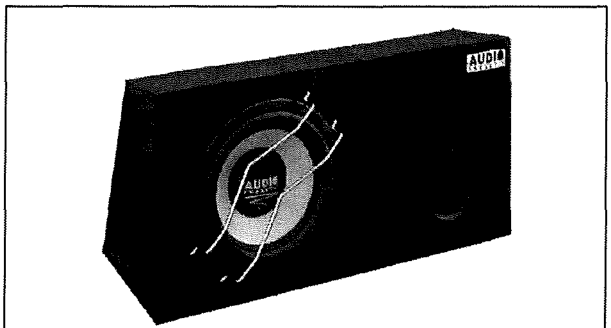
De basreflex behuizing

Een populaire manier van inbouwen van subwoofers is de basreflex of gepoorte behuizing, zie figuur 5/9.4-19. Deze behuizingen hebben een "tuned pipe" die ervoor zorgt dat de geluidsgolven, die de achterzijde van de conus in de behuizing opwekt, in fase aan de voorzijde van de kast worden uitgestraald. De pijp zorgt dus als het ware voor een langere weg die de geluidsgolven moeten afleggen. Daardoor verschijnen zij in fase aan de voorzijde en versterken de geluidsgolven die de luidspreker aan de voorzijde uitstraalt. Dat geldt natuurlijk alleen voor een bepaalde golflengte. Geluiden die deze golflengte hebben, worden flink versterkt. Vooral voor de liefhebbers van zeer diepe en harde bas is dit dus de beste oplossing.

De voordelen van een basreflex behuizing zijn:
- 3 dB tot 4 dB efficiënter dan een gesloten box;
- minder vervorming en hogere belastbaarheid in het hogere basbereik;
- mits goed ontworpen en gebouwd, diepere bassweergave.

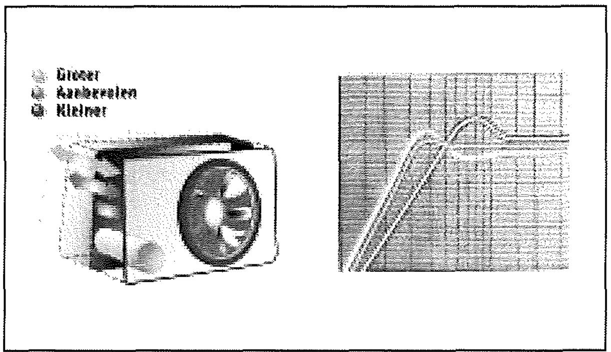
De bassreflex behuizing heeft ook nadelen:
- grotere kast;
- zeer kritisch wat betreft ontwerp- en constructiefouten.

In figuur 5/9.4-20 zijn de karakteristieken van een dergelijke behuizing samengevat.



Figuur 5/9.4-19: De typische uitvoering van een basreflex behuizing.

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen



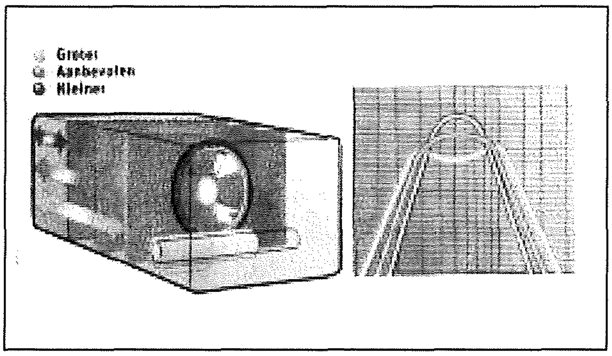
Figuur 5/9.4-20: Het verband tussen afmetingen van de kast en de frequentieweergave.

De bandpass behuizing

Dit is een behuizing waarbij de speaker in de kast is ingebouwd, zie figuur 5/9.4-16, en het geluid via een of twee zogenaamde poorten naar de buitenwereld ontsnapt. Afhankelijk van het type heeft u een gesloten of gepoorte ruimte achter de speaker en altijd een gepoorte ruimte vóór de speaker. De versie met twee poorten heet dual-reflex-bandpass (of 6de orde bandpass), de uitvoering met een enkele poort wordt single-reflex-bandpass (of 4de orde bandpass) genoemd.
De voordelen van dergelijke behuizingen:
- hoge efficiëntie en diep doorlopende bas;
- goede demping van de speaker, hoge belastbaarheid;
- speaker afgeschermd, zodat de kwetsbare conus is beschermd tegen rondslingerende voorwerpen.

De nadelen:
- moeilijk ontwerp en ingewikkelde constructie;
- woofer is "onhoorbaar" overbelastbaar;
- transiëntweergave sterk afhankelijk van de gekozen afstemming, klinkt meestal "traag";
- grote kast.

In figuur 5/9.4-21 is de invloed van de kastafmetingen op de weergave geschetst.



Figuur 5/9.4-21: De invloed van de afmetingen van de behuizing op de weergave bij een bandpass behuizing.

De integratie van een goede subwoofer in uw systeem

Voordat u overweegt een subwoofer aan te schaffen is het belangrijk de grootte van uw kamer te bekijken en kwaliteit, merk en type van het systeem waarmee deze gebruikt zal gaan worden. Het ligt voor de hand dat investeren in een zware subwoofer weinig zin heeft wanneer deze wordt gecombineerd met een laag belastbaar, doorsnee luidsprekersysteem. Evenmin heeft het zin een kleine subwoofer te combineren met kolossale luidsprekers voorzien van zwaargewicht versterkers. En ook is het onverstandig een subwoofer met lijningang te kopen als uw versterker de benodigde uitgang niet heeft.
De opstelling van een subwoofer volgt min of meer hetzelfde patroon als die van gewone luidsprekers. Geplaatst tegen een vlakke wand wordt bij een basreflex kast het laag benadrukt, in de hoek is dat effect nog sterker, maar kan een boemerig effect ontstaan. Meent u dat

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

uw systeem best een extraatje kan gebruiken, kies dan voor de hoek, maar als uw opstelling plus kamer nu al een dreunend effect hebben, vermijdt deze dan. Om optimaal resultaat te bereiken met de populaire hoekopstelling plaatst u een basreflex subwoofer zo ver mogelijk in de hoek. Trek hem dan stap voor stap weer terug (een paar centimeter) en luister welk effect dat heeft. Zoek dan de positie die een gelijkmatig en gecontroleerd resultaat geeft, naast de diepste bas. Heeft u de optimale positie van de subwoofer gevonden, laat deze dan staan en houdt deze plaats aan voor de beste laagweergave van uw systeem in de home cinema kamer.

Opstelling in de kamer
Lage tonen hebben minder richting dan midden en hoge frequenties, waardoor subwoofers op vele manieren opgesteld kunnen worden, zelfs terzijde in de kamer zal goed werken. Een vuistregel is dat opstelling in een hoek meer laag geeft. Experimenteren is belangrijk om een optimaal effect te bereiken.

Test DVD's

Inleiding
Diverse uitgevers brengen test DVD's op de markt, waarmee u uw surround sound installatie zo uitgebreid mogelijk kunt testen. De meeste DVD's bevatten, naast trailers van films met uitstekend surround sound geluid, een grote hoeveelheid testsignalen, waarmee u de plaats van uw luidsprekers kunt optimaliseren en de frequentieweergave kunt tunen. Dit laatste natuurlijk in de veronderstelling dat uw surround sound versterker daar mogelijkheden voor heeft.

Cara Test DVD Surround
Deze Duitstalige bundel, zie figuur 5/9.4-22, bevat twee DVD's met diverse tests voor het instellen van uw surround sound speakers en een uitleg over de ideale opstelling van uw systeemcomponenten.
Deze DVD kost € 41,00 en is geproduceerd in 2005.

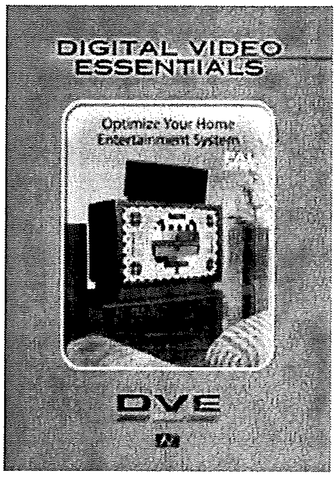


Figuur 5/9.4-22: De Cara Test DVD Surround.

Digital Video Essentials
De nieuwe, verbeterde Digital Video Essentials systeem calibratie DVD, zie figuur 5/9.4-23, is eindelijk beschikbaar. Volgens Joe Kane, producent van deze DVD, laat deze remake een enorme verbetering zien ten opzichte van de oude. In vergelijking met de oude is niet alleen het scala aan mogelijkheden en vernieuwingen uitgebreid, maar ook de navigatie sterk vereenvoudigd. Ook de leek kan na het lezen van de instructie met deze schijf omgaan. Alle tekortkomingen van de vorige editie zijn geëlimineerd en de nieuwste ontwikkelingen op beeld en geluid zijn in deze versie verwerkt en niet te vergeten is het geheel natuurlijk gemastered in High-Definition. De videosectie test de resolutielimieten van uw systeem

9.4 De positie van de luidsprekers bij surround sound systemen

en helpt u de meest nauwkeurige kleurbalans in te stellen, terwijl het audiodeel u verzekert van een optimale speakeropstelling en juiste balans tussen de luidsprekers onderling. Vanzelfsprekend is deze DVD gemastered in Dolby Digital en DTS, inclusief een 6.1 versie voor beide formaten. Deze DVD van het label "Joe Kane Productions" kost € 29,95.



Figuur 5/9.4-23: De "Digital Video Essentials" is een test DVD die is samengesteld door Joe Kane, een absolute specialist op surround sound gebied.